

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-130714

(43)Date of publication of application : 21.05.1996

(51)Int.Cl. H04N 5/93  
G06F 3/06  
G06F 3/06  
H04N 5/92

(21)Application number : 07-229978

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH  
CORP <IBM>

(22)Date of filing : 07.09.1995

(72)Inventor : SAXENA ASHOK RAJ  
WANG PONG-SHENG

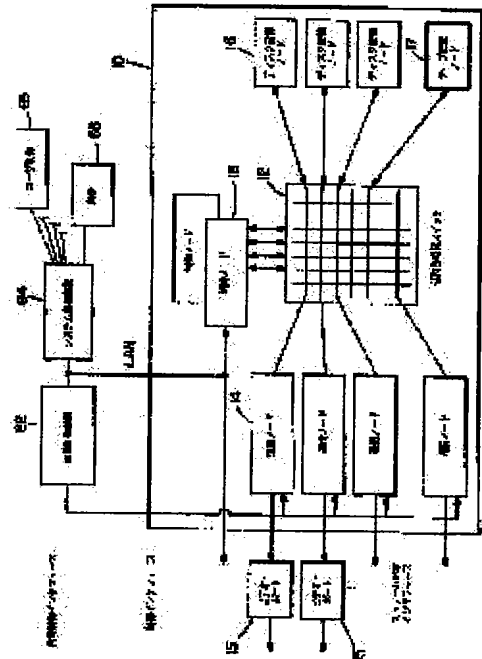
(30)Priority

Priority number : 94 303190 Priority date : 08.09.1994 Priority country : US

## (54) MEDIUM STREAMER USER INTERFACE OPTIMIZED FOR VIDEO

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a 'video friendly' computer sub-system which can transfer an isochronous data stream in a multi-media environment.  
SOLUTION: A medium streamer contains at least one control node 18, a user interface having output connected to at least one control node, at least one storage node 17 storing the digital expression of at least one video presentation and an plural communication nodes 14 having input ports receiving the digital expression of at least one video presentation from the storage node. The video presentations require time T for completely displaying them and they are stored as N-pieces of data blocks storing data equivalent to the T/N period of the video presentations.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-130714

(43)公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H04N 5/93

G O 6 F 3/06

識別記号

室内整理番号

FI

### 技術表示箇所

**3 0 3    Z**

540

H04N 5/93

E

5/ 92

H

審査請求 未請求 請求項の数9 O.L (全 42 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-229978

(22)出願日 平成7年(1995)9月7日

(31)優先権主張番号 303190

(32)優先日 1994年9月8日

(33)優先權主張国 米国 (US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN  
ESS MASCHINES CORPO  
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 アショク・ラジャ・サクセナ

アメリカ合衆国95120、カリフォルニア州  
サン・ホセ、パレイ・クワイル・サークル  
1236

(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

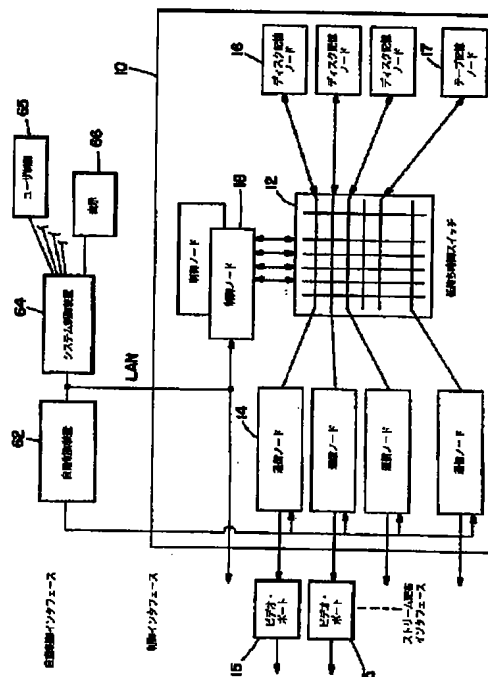
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 ビデオ用に最適化された媒体ストリーマ・ユーザ・インタフェース

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マルチメディア環境における等時的データ・ストリーム転送を可能にする“ビデオ・フレンドリ”なコンピュータ・サブシステムを提供する。

【解決手段】 媒体ストリーマが、少なくとも1つの制御ノード18と、少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノード17と、各々が記憶ノードから少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノード14とを含む。ビデオ・プレゼンテーションはそれを完全に表示するのに時間Tを要し、各々がビデオ・プレゼンテーションの $T/N$ 期間に相当するデータを記憶する複数のNデータ・ブロックとして記憶される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの制御ノードと、  
前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、  
少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、  
各々が前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に接続され、前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、  
前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートと、外部インタフェースとを相互接続する回路スイッチと、  
を含む媒体ストリーマであって、  
前記ユーザ・インタフェースが、前記少なくとも1つの記憶ノードに記憶されるビデオ・プレゼンテーションの識別を指定する手段を含み、  
前記少なくとも1つの制御ノードが、前記指定ビデオ・プレゼンテーションにตอบสนองして、前記媒体ストリーマの外部の記憶手段から前記外部インタフェース及び前記回路スイッチを介して、前記指定ビデオ・プレゼンテーションの対応するデジタル表現を入力し、該入力デジタル表現を、前記指定された識別に関連付けられる前記少なくとも1つの記憶ノードに記憶する、  
媒体ストリーマ。

【請求項2】 少なくとも1つの制御ノードと、  
前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、  
少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、  
各々が前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に接続され、前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、  
前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートと、外部インタフェースとを相互接続する回路スイッチと、  
を含む媒体ストリーマであって、  
前記ユーザ・インタフェースが、前記少なくとも1つの記憶ノードから出力されるビデオ・プレゼンテーションの識別を指定する手段を含み、  
前記少なくとも1つの制御ノードが、前記指定ビデオ・プレゼンテーションにตอบสนองして、前記少なくとも1つの記憶ノードをアクセスし、該指定ビデオ・プレゼンテーションの対応するデジタル表現を読み出し、該対応デジタル表現を前記回路スイッチ及び前記外部インタフェース

を介して、前記媒体ストリーマの外部の記憶手段に出力する、  
媒体ストリーマ。

【請求項3】 少なくとも1つの制御ノードと、  
前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、  
少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードであって、前記ビデオ・プレゼンテーションがそれを完全に表示するのに時間Tを要し、各々が該ビデオ・プレゼンテーションのT/N期間に相当するデータを記憶する複数のNデータ・ブロックとして記憶される、前記記憶ノードと、  
各々が前記記憶ノードから前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、  
前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートとの間に接続され、1つ以上の前記入力ポートを前記少なくとも1つの記憶ノードに接続し、該記憶ノードに記憶されるデジタル表現を1つ以上の前記出力ポートに出現させることを可能にする、回路スイッチと、  
を含む媒体ストリーマであって、  
前記ユーザ・インタフェースが実行コマンドを指定する手段を含み、  
前記少なくとも1つの制御ノードが個々の前記コマンドにตอบสนองして、前記回路スイッチとの協働により、前記少なくとも1つの記憶ノードの少なくとも1つ、及び前記複数の通信ノードの少なくとも1つを制御し、当該コマンドに関連する機能を実行する、  
媒体ストリーマ。

【請求項4】 前記コマンドが、ロード・コマンド、取出しコマンド、再生コマンド、低速コマンド、高速先送りコマンド、休止コマンド、停止コマンド、巻戻しコマンド、及び無声コマンドを含むグループから選択されるビデオ・カセット・レコーダ式コマンドである、請求項3記載の媒体ストリーマ。

【請求項5】 前記コマンドが、再生リスト・コマンド及び再生長コマンドを含むグループから選択されるコマンドを含む、請求項3記載の媒体ストリーマ。

【請求項6】 前記少なくとも1つの制御ノードが、前記再生リスト・コマンドにตอบสนองして、前記通信ノードの1つのユーザ指定出力ポートから、ユーザ指定順序で出力されるユーザ指定ビデオ・プレゼンテーションのリストを生成する、請求項5記載の媒体ストリーマ。

【請求項7】 前記少なくとも1つの制御ノードが、前記再生長コマンドにตอบสนองして、ユーザ指定ビデオ・プレゼ

ンテーションをユーザ指定出力ポートからユーザ指定期間出力する、請求項5記載の媒体ストリーマ。

【請求項8】少なくとも1つの制御ノードと、前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、各々が前記記憶ノードから前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートとの間に接続され、1つ以上の前記入力ポートを前記少なくとも1つの記憶ノードに接続し、該記憶ノードに記憶されるデジタル表現を1つ以上の前記出力ポートに出現させることを可能にする、回路スイッチと、を含む媒体ストリーマであって、前記ユーザ・インタフェースが実行コマンドを指定する手段を含み、前記少なくとも1つの制御ノードが個々の前記コマンドにตอบสนองして、前記回路スイッチとの協働により、前記少なくとも1つの記憶ノードの少なくとも1つ、及び前記複数の通信ノードの少なくとも1つを制御し、当該コマンドに関連する機能を実行し、特定の前記コマンドがビデオ・カセット・レコーダ式コマンドであり、別の前記コマンドがバッチ・コマンドであり、前記少なくとも1つの制御ノードが前記バッチ・コマンドにตอบสนองして、少なくとも2つ以上の前記ビデオ・カセット・レコーダ式コマンドを含むユーザ指定記憶リストをアクセスし、ユーザからの指示により、前記アクセスされた記憶リストに含まれる全てのコマンドを順次実行する、媒体ストリーマ。

【請求項9】少なくとも1つの制御ノードと、前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、各々が前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に接続され、前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートと、外部インタフェースとを相互

接続する回路スイッチと、遠隔プロシージャ呼出し(RPC)プロシージャを含み、前記ユーザ・インタフェースを介して、ユーザ・アプリケーション・プログラムを前記少なくとも1つの制御ノードに接続する同期アプリケーション・プログラム・インタフェース(API)と、を含む媒体ストリーマであって、前記少なくとも1つの制御ノードがRPCプロシージャにตอบสนองして、該プロシージャを実行し、前記回路スイッチと協働して、前記少なくとも1つの記憶ノードの少なくとも1つ、及び前記複数の記憶ノードの少なくとも1つを制御し、個々の前記プロシージャに関連する少なくとも1つの機能を実行し、所与の前記プロシージャに対応して、該プロシージャの実行の完了を示す終了コードを返却する、媒体ストリーマ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はマルチメディア・データの配布システムに関し、特に、ビデオを最小のパックファリングにより複数の端末に同時に提供する対話式ビデオ・サーバ・システムに関する。

【0002】

【従来の技術】映画及びビデオの再生は、今日、かなり旧式の技術により実施されている。主な記憶媒体は、VHSレコーダ/プレーヤなどのアナログ・テープから、テレビ・スタジオ及び放送局で使用される非常に高品質で高価なD1 VTRまで様々である。この技術には多くの問題が存在する。こうした問題には、テープをロードするために要する手作業や、機械ユニット、テープ・ヘッド及びテープ自身の摩耗及び破損、並びにそれにかかる費用などが含まれる。放送局を困難に陥れる1つの重要な制約は、VTRが順次的に1度に1つの機能だけしか達成できないことである。各テープ・ユニットは75000ドル乃至150000ドルの費用を要する。

【0003】TV局は、短い映画に他ならないコマーシャルからの歳入を増やそうとして、特殊コマーシャルを正規の番組に挿入し、それにより各都市を別々の市場として位置付ける。これはテープ技術や、非常に高価なデジタルD1テープ・システムまたはテープ・ロボットにおいても、困難な作業である。

【0004】マルチメディア・データのエンド・ユーザへの従来の配布方法は、2つのカテゴリに分類される。それらは1)放送業界の方法と、2)コンピュータ業界の方法である。放送業界の方法(映画、ケーブル、テレビ網及びレコード業界を含む)は、一般に、アナログまたはデジタル的に記録されたテープ形式の記憶を提供する。テープの再生は等時性(isochronous)のデータ・ストリームを生成し、これらが放送業界の装置を通じてエンド・ユーザに伝達される。一方、コンピュータ業界

の方法は、一般にディスク形式またはテープ増補式ディスク形式の記憶を提供し、データをDVI、JPEG及びMPEGなどの圧縮デジタル形式で記録する。要求次第でコンピュータが非等時性データ・ストリームをエンド・ユーザに配布し、エンド・ユーザ側でハードウェアがバッファリングし、特殊アプリケーション・コードがデータ・ストリームを平滑化して、連続的な映像または音声を生成する。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来、ビデオ・テープ・サブシステムは、記憶媒体のコストの点で、コンピュータ・ディスク・サブシステムに勝るコスト的利点を示してきた。しかしながら、ビデオ・テープ・サブシステムは、テープ管理、アクセス待ち時間(latency)及び比較的低い信頼性などの欠点を有する。これらの欠点は、実時間デジタル圧縮／伸長技術の出現と共に、コンピュータ記憶装置のコストが低下してくると、益々重大となってくる。

【0006】コンピュータ・サブシステムは、複合的なコスト性能比の改良を示してきているが、一般に“ビデオ・フレンドリ”(video friendly)と見られていない。コンピュータは主に、“非等時性”(non-isochronous)と呼ばれるインタフェース及びプロトコルにより、ワークステーション及び他のコンピュータ端末とインタフェースする。エンド・ユーザへのマルチメディア・データの円滑な(等時性の)配布を保証するために、コンピュータ・システムは特殊アプリケーション・コード及び大きなバッファを要求することにより、従来の通信方法における固有の弱点を克服しようとする。またコンピュータは、等時性データ・ストリームを処理し、それらの間を高度な正確度で切り替えるマルチメディア業界における装置と互換のインタフェースを欠く点でも、ビデオ・フレンドリではない。

【0007】ビデオ・マテリアルをデジタル形式で圧縮し記憶するためにコンピュータを導入することにより、テレビ放送、映画スタジオ製作、電話回線による“ビデオ・オン・デマンド”、及びホテルにおける有料映画などの複数の主要業界において、革命が起こりつつある。圧縮技術は、100乃至180分の1の圧縮率の達成により実用レベルに至った。こうした圧縮比は、ランダム・アクセス・ディスク技術を従来のテープ・システムに代わる魅力的なものとする。

【0008】デジタル・ディスク・データをランダムにアクセスする能力、並びに非常に高帯域のディスク・システムにより、要求されるシステム機能及び性能が、ディスク技術の性能、ハードウェア・コスト、及び消費性の範囲内に入ようになった。従来は、ビデオまたは映画を記憶するためにディスク・ファイルを使用することは、その記憶コストの点で現実的ではなかった。最近ではこのコストが著しく低下した。

【0009】MPEG規格に準拠する圧縮ビデオ・データを採用する新たに登場しつつある数多くの市場にとって、ビデオ・データをコスト有効に記憶するための幾つかの方法が存在する。本発明は、多くの異なる性能要求に対する階層的解決策であって、市場要求に適合するようにカスタマイズすなわち個別化されうるモジュラ・システム・アプローチを提案する。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、コンピュータ業界の従来のインタフェース上で、マルチメディア環境における等時性データ・ストリームの配布を可能にする“ビデオ・フレンドリ”なコンピュータ・サブシステムを提供する。本発明による媒体ストリーマは、等時性データ・ストリームの配布に最適化され、データを新たなコンピュータ・ネットワークにATM(非同期転送モード)技術により入力することができる。本発明は、システム制御のためのVTR(ビデオ・テープ・レコーダ)メタファを提供する一方、ビデオ・テープの欠点を排除する。本発明のシステムは、次の特徴を提供する。すなわち、1個乃至1000個の独立に制御されるデータ・ストリームをエンド・ユーザに配布するスケーラビリティ(scaleability)、データの単一コピーから多くの等時性データ・ストリームを配布する能力、混合出力インタフェース、混合データ・レート、単純な“オープン・システム”制御インタフェース、自動制御サポート、記憶階層サポート及び1配布ストリーム当たりの低コストである。

【0011】本発明の1態様によれば、媒体ストリーマが、少なくとも1つの制御ノードと、少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、各々が記憶ノードから少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードとを含む。ビデオ・プレゼンテーションはそれを完全に表示するのに時間Tを要し、各々がビデオ・プレゼンテーションのT/N期間に相当するデータを記憶する複数のNデータ・ブロックとして記憶される。

【0012】複数の通信ノードの各々は、更に各々がデジタル表現を出力する複数の出力ポートを有する。回路スイッチが、少なくとも1つの記憶ノードと複数の通信ノードの入力ポートとの間に接続され、1つ以上の入力ポートを少なくとも1つの記憶ノードに接続し、そこに記憶されるデジタル表現を1つ以上の出力ポートに出現させる。

【0013】ユーザ・インタフェースは実行コマンドを指定する能力を有し、少なくとも1つの制御ノードが、個々のコマンドに応答して、回路スイッチとの協働により、少なくとも1つの記憶ノードの少なくとも1つ、及

び複数の制御ノードの少なくとも1つを制御し、個々のコマンドに関連する機能を実行する。

【0014】コマンドは、ロード・コマンド、取出し(Eject)コマンド、再生(Play)コマンド、低速(Slow)コマンド、高速先送り(Fast Forward)コマンド、休止(Pause)コマンド、停止(Stop)コマンド、巻戻し(Rewind)コマンド、及び無声(Mute)コマンドを含むグループから選択されるビデオ・カセット・レコーダ式コマンドを含みうる。コマンドは更に、再生リスト・コマンド、再生長(PlayLength)コマンド及びバッチ・コマンドを含むグループから選択されるコマンドを含みうる。

【0015】少なくとも1つの制御ノードは、再生リスト・コマンドにตอบสนองして、通信ノードの1つのユーザ指定出力ポートから、ユーザ指定順序で出力されるユーザ指定ビデオ・プレゼンテーションのリストを生成する。また、再生長コマンドにตอบสนองして、ユーザ指定ビデオ・プレゼンテーションをユーザ指定出力ポートからユーザ指定期間出力する。

【0016】少なくとも1つの制御ノードは、更にバッチ・コマンドにตอบสนองして、少なくとも2つ以上のビデオ・カセット・レコーダ式コマンドを含むユーザ指定記憶リストをアクセスし、その後、ユーザからの指示により、アクセスされた記憶リストに含まれる全てのコマンドを順次実行する。

【0017】他のコマンドは、外部ソースからのビデオ・プレゼンテーションのローディング、及び外部記憶装置へのビデオ・プレゼンテーションの出力を可能にする。

【0018】本発明の別の態様によれば、媒体ストリーマは、ユーザ・インタフェースを介して、ユーザ・アプリケーション・プログラムを少なくとも1つの制御ノードに接続する同期アプリケーション・プログラム・インタフェース(API)を含む。APIは遠隔プロシージャ呼出し(RPC)プロシージャを含む。少なくとも1つの制御ノードが、RPCプロシージャにตอบสนองしてそのプロシージャを実行し、回路スイッチと協働して、少なくとも1つの記憶ノードの少なくとも1つ及び複数の記憶ノードの少なくとも1つを制御し、個々のコマンドに関連する少なくとも1つの機能を実行する。少なくとも1つの制御ノードは、各プロシージャに対応して、所与のプロシージャの実行の完了を示す終了コードを返却する。

【0019】

【実施例】

用語説明：以降の説明の中で使用される用語について、最初に説明する。

・AAL-5: ATM ADAPTATION LAYER-5。データ伝送に好適なATMサービスのクラスを示す。

・ATM: ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE (非同期転送モ

ード)。ローカル若しくはワイド・エリア・ネットワーク、または両者で使用される高速スイッチング及び伝送技術。データ及びビデオ/音声の両方を伝送するように設計される。

・Betacam: 専門的品質のアナログ・ビデオ・フォーマット。

・CCIR 601: デジタル・テレビの規格の解像度。720×840(NTSC)または720×576(PAL)。輝度はクロミナンスと共に、水平方向に2:1でサブサンプルされる。

・CPU: 中央処理ユニット。コンピュータ・アーキテクチャにおいて、コンピュータ命令を処理する主エンティティ。

・CRC: CYCLIC REDUNDANCY CHECK (巡回冗長検査)。データ・エラー検出機構。

・D1: CCIR 601に準拠するビデオ記録フォーマット。19mmビデオ・テープ上の記録。

・D2: SMPTE 244Mに準拠するデジタル・ビデオ記録フォーマット。19mmビデオ・テープ上の記録。

・D3: SMPTE 244Mに準拠するデジタル・ビデオ・フォーマット。1/2インチ・ビデオ・テープ上の記録。

・DASD: DIRECT ACCESS STORAGE DEVICE (直接アクセス記憶装置)。アドレス可能な任意のオンライン記憶装置またはCD-ROMプレーヤ。磁気ディスク・ドライブと同義。

・DMA: 直接メモリ・アクセス。コンピュータ・アーキテクチャにおいて、CPUを必要とすることなく、データを転送する方法。

・DVI: 通常CD-ROMディスクからコンピュータ画面にビデオを再生するために使用される、比較的低品質のデジタル・ビデオ圧縮フォーマット。

・E1: T1 (後述)の欧州版。

・FIFO: FIRST IN FIRST OUT (先入れ先出し)。先に到来したデータを先にサービスするように作用するキュー処理方法。

・GenLock: 別のビデオ信号との同期処理。ビデオのコンピュータ捕獲において、デジタル化処理をビデオ信号の走査パラメータに同期させることが要求される。

・I/O: 入力/出力

・等時性(Isochronous): 時間に感応的であり、(好適には)中断無しに送信される情報をさすときに使用される。実時間で送信されるビデオ及び音声データは等時性である。

・JPEG: JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERT GROUP。ISO (国際標準化機構)主催の下で、コンピュータ・システムにおいて使用される静止画のデジタル圧縮の統一規格を定義している活動委員会。

・KB: キロバイト。1024バイト。

・LAN:ローカル・エリア・ネットワーク。端末、コンピュータ、及び周辺装置を約1マイル以下の距離において一緒に接続するツイストペア、同軸または光ファイバ・ケーブル上での高速伝送。

・LRU:LEAST RECENTLY USED (最低使用頻度)。

・MPEG:MOVING PICTURE EXPERTS GROUP。ISO主催の下で、動画ビデオ/音声のデジタル圧縮/伸長の規格を定義している活動委員会。MPEG-1は初期の規格であり、現在使用されている。MPEG-2は次の規格となるもので、デジタルで柔軟なスケーラブルのビデオ伝送をサポートし、複数の解像度、ビット・レート及び配布機構をカバーする。

・MPEG-1、MPEG-2:MPEG参照。

・MRU:MOST RECENTLY USED (最高使用頻度)。

・MTNU:MOST TIME TO NEXT USE。

・NTSCフォーマット:NATIONAL TELEVISION STANDARDS COMMITTEE。米国と日本で使用されるカラー・テレビジョン・フォーマット規格。

・PAL:PHASE ALTERNATION LINE。フランスを除くヨーロッパで使用されるカラー・テレビジョン・フォーマット規格。

・PC:パーソナル・コンピュータ。家庭または事業で使用される比較的低価格のコンピュータ。

・RAID:REDUNDANT ARRAY of INEXPENSIVE DISKS。縦列をなして作用し、帯域幅出力を増加し、冗長バックアップを提供する、複数の磁気または光ディスクを使用する記憶配列。

・SCSI:SMALL COMPUTER SYSTEM INTERFACE。周辺装置及びそれらの制御装置をコンピュータに接続するための業界標準。

・SIF:SOURCE INPUT FORMAT。CCIR 601解像度の4分の1。

・SMPTE:SOCIETY OF MOTION PICTURE & TELEVISION ENGINEERS。

・SSA:SERIAL STORAGE ARCHITECTURE。周辺装置とそれらの制御装置をコンピュータに接続する規格。SCSIと置換可能。

・T1:ビット・レート1.544Mビット/秒の電話網へのデジタル・インタフェース。

・TCP/IP:伝送制御プロトコル/インターネット・プロトコル。ネットワークを通じ異種のコンピュータをリンクするために、国防総省により開発された一連のプロトコル。

・VHS:VERTICAL HELICAL SCAN。アナログ・ビデオを磁気テープ上に記録するための共通フォーマット。

・VTR:ビデオ・テープ・レコーダ。ビデオを磁気テープ上に記憶するための装置。

・VCR:ビデオ・カセット・レコーダ。VTRと同じ。

【0020】本実施例は以下のように構成される。

A. 一般アーキテクチャ

B. 等時的配布のためのデジタル圧縮ビデオ・データの階層的管理

B1. テープ記憶装置

B2. ディスク記憶システム

B3. キャッシュからの映画

C. 媒体ストリーマ・データ・フロー・アーキテクチャ

C1. 制御ノード18機能

C2. 通信ノード14

C3. 記憶ノード16

C4. ジャスト・イン・タイム・スケジューリング

C5. 再生アクションの詳細

D. 媒体ストリーマとのユーザ・インタフェース及びアプリケーション・インタフェース

D1. ユーザ通信

D1. 1. コマンド・ライン・インタフェース

D1. 2. グラフィカル・ユーザ・インタフェース

D2. ユーザ機能

D2. 1. インポート/エクスポート

D2. 2. VCR式再生制御

D2. 3. 拡張ユーザ制御

D3. アプリケーション・プログラム・インタフェース

D4. クライアント/媒体ストリーマ通信

D4. 1. クライアント制御システム11

D4. 2. 媒体ストリーマ10

E. ビデオ配布のための媒体ストリーマ・メモリ構成及び最適化

E1. 従来のキャッシュ管理

E2. ビデオ用に最適化されたキャッシュ管理

E2. 1. ストリームに渡るセグメント・サイズのキャッシュ・バッファの共有化

E2. 2. 予測キャッシング

E2. 3. キャッシングを最適化する同期ストリーム

F. ビデオ用に最適化されたデジタル・メモリ割当て

F1. メモリ割当てに使用されるコマンド

F2. アプリケーション・プログラム・インタフェース

G. ビデオ・アプリケーション用に最適化されたディスク・ドライブ

H. ビデオ・データに対応したデータ・ストライピング

I. 媒体ストリーマ・データ転送及び変換プロシージャ

I1. スイッチ18へのビデオ配布のための動的帯域幅割当て

J. 通信アダプタによる等時性ビデオ・データの配布

J1. 圧縮MPEG-1、1+、またはMPEG-2デジタル・データ・フォーマットから、業界標準テレビジョン・フォーマット(NTSCまたはPAL)へのビデオ・イメージ及び映画の変換

K. SCSI装置へのデジタル・ビデオの伝送

K1. SCSIレベルのコマンド記述

K2. バッファ管理

- K 2. 1. バッファ選択及び位置
- K 2. 2. 自動モード
- K 2. 3. マニュアル・モード
- K 2. 4. エラー管理
- K 2. 5. エラー回復
- K 2. 6. 自動再試行

【0021】A. 一般アーキテクチャ：ビデオ最適化ストリーム・サーバ・システム10（以降では”媒体ストリーマ”として参照される）が図1に示され、スケラビリティ、高い可用性、及び構成の柔軟性を提供する、アーキテクチャ的に別個の4つのコンポーネントを含む。これらの主要コンポーネントを次に示す。

1) 低待ち時間スイッチ12：通信ノード14と、1つ以上の記憶ノード16、17と、1つ以上の制御ノード18との間で、データ及び制御情報を配布する主なタスクを有するハードウェア／マイクロコード・コンポーネント。

2) 通信ノード14：NTSC、PAL、D1、D2などの、通常、放送業界において既知の外部定義インタフェース上で、“再生”（データの等時的配布）または”記録”（データの等時的受信）を可能にする主なタスクを有するハードウェア／マイクロコード・コンポーネント。デジタルビデオ変換インタフェースが、各通信ノード14の出力に接続される複数のビデオ・ポート15に含まれるビデオ・カード内で実現される。

3) 記憶ノード16、17：ディスクなどの記憶媒体及び関連記憶可用性オプションを管理する主なタスクを有するハードウェア／マイクロコード・コンポーネント。

4) 制御ノード18：コンピュータ業界において既知の外部定義サブシステム・インタフェースから制御コマンドを受信し、実行する主なタスクを有するハードウェア／マイクロコード・コンポーネント。

【0022】64ノードを有する通常の媒体ストリーマは、31個の通信ノード、31個の記憶ノード、及び2個の制御ノードを含むことができ、これらは低待ち時間スイッチ12により相互接続される。小規模なシステムではスイッチを含まずに、通信、記憶及び制御機能をサポートする単一のハードウェア・ノードを含みうる。媒体ストリーマ10の設計は、利用者によるその導入により、小規模システムを大規模システムに発展させることを可能にする。全ての構成において、媒体ストリーマ10の機能的能力は、配布ストリーム数及び記憶マルチメディア時間を除き、同様である。

【0023】図2は、低待ち時間スイッチ12の詳細を示す。複数の回路スイッチ・チップ（図示せず）が、プレーナ・ボードを介して相互接続されるクロスバー・スイッチ・カード20上で相互接続される。プレーナ及び単一カード20は、16個のノード・ポートを有する低待ち時間クロスバー・スイッチを構成する。追加のノード・ポートを構成するために、カード20の追加が可能

であり、必要に応じて、アクティブ冗長ノード・ポートにより高可用性を提供することもできる。低待ち時間スイッチ12の各ポートは、例えば25Mバイト／秒の全2重通信チャンネルを可能にする。

【0024】情報はスイッチ12を介してパケットにて転送される。各パケットは、各スイッチ・チップ内の個々のクロスバー・スイッチ・ポイントのスイッチング状態を制御するヘッダ部分を含む。制御ノード18は他のノード（記憶ノード16、17及び通信ノード14）

10 に、低待ち時間スイッチ12を介して、ピア・ツー・ピア・オペレーションを可能にするために必要な情報を提供する。

【0025】図3は、テープ記憶ノード17の内部詳細を示す。以降で説明されるように、テープ記憶ノード17は、ビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現の記憶のための高容量記憶機構を提供する。

【0026】ここではビデオ・プレゼンテーションは、表示または処理のための1つ以上のイメージを含むことができ、また音声部分も含みうる。フィルム、映画または動画シーケンスの順次フレームなどの、1つ以上のイメージが論理的に関連される。これらのイメージは元来、カメラ、デジタル・コンピュータ、またはカメラとデジタル・コンピュータの組合わせにより生成される。音声部分は連続イメージの表示に同期される。ここでは、ビデオ・プレゼンテーションのデータ表現は、1つ以上のイメージに加え、音声も表現できる、任意の適切なデジタル・データ・フォーマットである。デジタル・データは符号化または圧縮されうる。

【0027】図3を再度参照すると、テープ記憶ノード17は、テープ・ライブラリ26に含まれる複数のテープ・レコードへのアクセスを可能にするテープ・ライブラリ制御装置インタフェース24を含む。別のインタフェース28は、SCSIバス相互接続を介して、他のテープ・ライブラリへのアクセスを可能にする。内部システム・メモリ30は、インタフェース24または28から受信される、或いはDMAデータ転送バス32を介して受信されるビデオ・データのバッファリングを可能にする。システム・メモリ・ブロック30はPC34の1部であり、テープ・ライブラリ及びファイル管理アクションのためのソフトウェア36を含む。スイッチ・インタフェース及びバッファ・モジュール38（ディスク記憶ノード16、通信ノード14及び制御ノード18でも使用される）は、テープ記憶ノード17と低待ち時間スイッチ12との間の相互接続を可能にする。すなわち、モジュール38はデータ転送をパケットに区分し、スイッチ12がパケットを経路指定するために使用するヘッダ部分を各パケットに追加する役割をする。パケットをスイッチ12から受信すると、モジュール38は受信データを局所的にバッファリングするか、処理する以前にヘッダ部分を除去する役割をする。



【0028】テープ・ライブラリ26からのビデオ・データは、最初のバッファリング・アクションにおいて、システム・メモリ30に入力される。次に、制御ノード18からの初期命令にตอบสนองして、ビデオ・データは低待ち時間スイッチ12を介して、ディスク記憶ノード16に経路指定され、要求されたときの実質的な即時アクセスに備える。

【0029】図4は、ディスク記憶ノード16の詳細を示す。各ディスク記憶ノード16は、スイッチ・インタフェース及びバッファ・モジュール40を含み、このモジュールは、RAIDバッファ・ビデオ・キャッシュ及び記憶インタフェース・モジュール42との間のデータ転送を可能にする。インタフェース42は受信ビデオ・データを複数のディスク45に渡し、データは擬似RAID方式に複数のディスクに渡って分散される。RAIDメモリ記憶装置の詳細は既知であり、Pattersonらによる“A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)” (ACMSIGMOD Conference, Chicago, IL, June 1-3, 1988 pages 109-116) で述べられている。

【0030】ディスク記憶ノード16は更に、ソフトウェア・モジュール46及び48を含む内部PC44を有し、これらのモジュールは、それぞれ、記憶ノード制御及びビデオ・ファイル・システム、及びディスク制御及びディスク45上の記憶データのRAIDマッピングを提供する。本質的に、各ディスク記憶ノード16は、テープ記憶ノード17よりもより即時性のあるビデオ・データの可用性を提供する。各ディスク記憶ノード16は更に、ビデオ・データの要求に際してビデオ・データよりも早い可用性を提供するために、ビデオ・データをスイッチ・インタフェース及びバッファ・モジュール40の半導体メモリに（キャッシュ形式に）バッファリングすることができる。

【0031】一般に、記憶ノードは、大容量記憶ユニット（または大容量記憶ユニットとのインタフェース）と、大容量記憶ユニットから読み書きされるデータを局所的にバッファリングする能力とを有する。記憶ノードは、1つ以上のテープ・ドライブ形式またはディスク・ドライブ形式の順次アクセス大容量記憶装置、及びランダム・アクセス形式にアクセスされる1つ以上のディスク・ドライブまたは半導体メモリなどのランダム・アクセス記憶装置を含む。

【0032】図5は、通信ノード14の内部コンポーネントのブロック図を示す。上述の各ノードと同様、通信ノード14は、上述のように低待ち時間スイッチ12との通信を可能にするスイッチ・インタフェース及びバッファ・モジュール50を含む。ビデオ・データは、スイッチ・インタフェース及びバッファ・モジュール50とストリーム・バッファ及び通信インタフェース52との間で直接転送され、ユーザ端末（図示せず）に転送される。PC54はソフトウェア・モジュール56及び58

を含み、これらはそれぞれ、通信ノード制御（例えばストリームの開始/停止アクション）及び等時性データ・ストリームの連続的生成を可能にする。ストリーム・バッファ及び通信インタフェース52への追加の入力60は、出力データのフレーム同期を可能にする。このデータは、ストリーム・サーバ10の全体的な動作制御を司るシステム制御装置64により制御される自動制御装置62から受信される（図1参照）。システム制御装置64はユーザ制御セット・トップ・ボックス（set top box）65からの入力にตอบสนองして、媒体ストリーマ10が要求ビデオ・プレゼンテーションをアクセスすることを可能にするコマンドを生成する。システム制御装置64は更にユーザ・インタフェース及び表示機構66を提供され、これはユーザがハードまたはソフト・ボタンなどによりコマンドを入力したり、ビデオ・プレゼンテーションの識別、ビデオ・プレゼンテーションのスケジューリング、及びビデオ・プレゼンテーションの再生の制御を可能にする他のデータを入力することを可能にする。

【0033】各制御ノード18はPCとして構成され、低待ち時間スイッチ12とインタフェースするスイッチ・インタフェース・モジュールを含む。各制御ノード18はシステム制御装置64からの入力にตอบสนองして、情報を通信ノード14及び記憶ノード16、17に提供し、所望の相互接続が低待ち時間スイッチ12を介して生成される。更に制御ノード18は、1つ以上のディスク記憶ノード16からの要求ビデオ・データのステージング、並びにストリーム配布インタフェースを介するビデオ・データのユーザ表示端末への配布を可能にするソフトウェアを含む。制御ノード18は更に、低待ち時間スイッチ12を通じて送信されるコマンドを介して、テープ及びディスク記憶ノード16、17の両方のオペレーションを制御する。

【0034】媒体ストリーマ10は、図1に示されるように、3つの体系化された外部インタフェースを有する。これらの外部インタフェースを次に示す。

1) 制御インタフェース：TCP/IPプロトコル（イーサネットLAN、トークンリングLAN、シリアル・ポート、モデムなど）を実行するオープン・システム・インタフェース。

2) ストリーム配布インタフェース：データ・ストリームの配布のために設計された複数の業界標準（NTSC、D1など）の1つ。

3) 自動制御インタフェース：ストリーム出力の正確な同期のための業界標準制御インタフェースの集合（GenLock、BlackBurst、SMPTEクロックなど）。

【0035】アプリケーション・コマンドは、制御インタフェースを介して、媒体ストリーマ10に発行される。データ・ロード・コマンドが発行されると、制御ノードは入力データ・ファイルをセグメント（すなわちデータ・ブロック）に分断し、それらを1つまたは複数の

記憶ノードに分配する。マテリアル密度及びデータの同時ユーザ数が、記憶ノード16、17上のデータの配置に影響する。密度または同時ユーザが増えると、容量及び帯域幅のために、より多くの記憶ノードを使用することになる。

【0036】エンド・ユーザへのデータのストリーミングを開始するコマンドが、制御インタフェースを介して発行されると、制御ノード18は適切な通信ノード14を選択して活動化し、記憶ノード16、17上のデータ・ファイル・セグメントの位置を示す制御情報を渡す。通信ノード14は関連する記憶ノード16、17を活動化し、低待ち時間スイッチ12を通じて送信されるコマンド・パケットを介してこれらのノードと通信し、データ転送を開始する。

【0037】データがディスク記憶ノード16と通信ノード14との間を低待ち時間スイッチ12を介して、“ジャスト・イン・タイム”(just in time)・スケジューリング・アルゴリズムに従い転送される。スケジューリング及びデータ・フロー制御に使用される技法は以降で詳細に述べられる。通信ノード・インタフェース14から発行されたデータ・ストリームは、単一の通信ノード・ストリームが各ディスク記憶ノード16の容量及び帯域幅の1部を使用するように、ディスク記憶ノード16に(またはディスク記憶ノードから)多重化(multiplex)される。このように多くの通信ノード14が、ディスク記憶ノード16上の同一のまたは異なるデータへのアクセスを多重化しうる。例えば、媒体ストリーマ10は1500の個々に制御されるエンド・ユーザ・ストリームを、通信ノード14のプールから提供することができ、これらのストリームの各々は、ディスク記憶ノード16に渡り分散される単一のマルチメディア・ファイルへのアクセスを多重化する。この能力は“単一コピー多重ストリーム”(single copy multiple stream)と称される。

【0038】制御インタフェースを介して受信されるコマンドは、2つの異なるカテゴリにおいて実行される。データを管理し、ストリーム制御に直接関係しないコマンドは、“低優先順位”で実行される。これにより、エンド・ユーザへのデータ・ストリームの配布が妨害されることなく、アプリケーションが媒体ストリーマ10に新たなデータをロードすることができる。ストリームの配布に影響するコマンド(すなわち出力)は、“高優先順位”で実行される。

【0039】制御インタフェース・コマンドが図6に示される。媒体ストリーマ10においてデータをロードし管理する低優先順位のデータ管理コマンドには、VS-CREATE、VS-OPEN、VS-READ、VS-WRITE、VS-GET-POSITION、VS-SET-POSITION、VS-CLOSE、VS-RENAME、VS-DELETE、GET-ATTRIBUTES、及びVS-GET-NAMESが含まれる。

【0040】ストリーム出力を開始し管理する高優先順

位のストリーム制御コマンドには、VS-CONNECT、VS-PLAY、VS-RECORD、VS-SEEK、VS-PAUSE、VS-STOP及びVS-DISCONNECTが含まれる。制御ノード18は、要求が実行されることを保証するためにストリーム制御コマンドをモニタする。制御ノード18におけるこの“容認制御”(admission control)機構は、媒体ストリーマ10の能力を越えたときのストリーム開始要求を拒絶しうる。こうした場合は次に示すような幾つかの状況において発生しうる。

- 1) あるコンポーネントがシステム内で故障し、最大オペレーションを阻止するとき。
- 2) データ・ファイルへの同時ストリームの指定数(VS-CREATEコマンドのパラメータにより指定される)を越えたとき。
- 3) システムからの同時ストリームの指定数(導入構成(installation configuration)により指定される)を越えたとき。

【0041】通信ノード14は、各々が潜在的に異なる帯域幅(ストリーム)能力及び物理定義を有する異種のグループとして管理される。VS-CONNECTコマンドが媒体ストリーマ10に、通信ノード14と、等時性データ・ストリームの配布を可能にするその特定のまたは全ての関連帯域幅とを割当てるように命令する。例えば媒体ストリーマ10は、圧縮データ・ストリームをかなり低いデータ・レート(通常1Mビット/秒乃至16Mビット/秒)で他の通信ノード14上に再生しながら、非圧縮データ・ストリームを通信ノード14を通じて、270Mビット/秒で同時に再生することができる。

【0042】記憶ノード16、17は、各々が潜在的に異なる帯域幅(ストリーム)能力及び物理定義を有する異種のグループとして管理される。VS-CREATEコマンドは媒体ストリーマ10に、1つまたは複数の記憶ノード16、17に、マルチメディア・ファイル及びその関連メタデータのための記憶域を割当てるように命令する。VS-CREATEコマンドは、ストリーム密度及び要求される同時ユーザの最大数の両方を指定する。

【0043】放送業界においては、VS-CONNECT-LIST、VS-PLAY-AT-SIGNAL、及びVS-RECORD-AT-SIGNALの3つの追加のコマンドが、自動制御システムをサポートする。VS-CONNECT-LISTは、アプリケーションがサブシステムへの単一のコマンド内に、再生コマンド・シーケンスを指定することを可能にする。媒体ストリーマ10は、各再生コマンドをあたかも制御インタフェースを介して発行されたかのように実行するが、ストリームをつなぎめ無しに配布する。シーケンス例を次に示す。

- 1) 制御ノード18が、FILE1、FILE2及びFILE3の1部または全部が順次再生されるべきことを示す再生サブコマンドと一緒に、VS-CONNECT-LISTを受信する。制御ノード18はファイルの最大データ・レートを決定し、その資源を通信ノード14に割当てて、割当てられた通信

ノード14は、詳細な再生リストを与えられ、等時性ストリームの配布を開始する。

2) FILE1の配布の終りに近づくと、通信ノード14はFILE2の配布を開始するが、ノードの出力ポートへはまだ許可しない。FILE1が完了するか、自動制御インタフェースから信号が発生すると、通信ノード14は出力ポートを第1のストリームから第2のストリームに切り替える。これは1/30秒または1標準ビデオ・フレーム時間内に行われる。

3) 通信ノード14は、FILE1に関連する資源を割当て解除する。

【0044】VS-PLAY-AT-SIGNAL及びVS-RECORD-AT-SIGNALコマンドにより、外部自動制御インタフェースからの信号が、ビデオ・フレーム境界への再生及び記録オペレーションのためのデータ転送を可能にする。上述の例では、VS-CONNECT-LISTコマンドは、外部自動制御インタフェース信号にもとづきFILE1からFILE2への遷移を可能にするPLAY-AT-SIGNALサブコマンドを含む。代わりにサブコマンドがVS-PLAYの場合には、遷移はFILE1転送が完了したときのみ発生する。

【0045】媒体ストリーマ10が実行する他のコマンドは、記憶階層を管理する能力を提供する。これらのコマンドには、VS-DUMP、VS-RESTORE、VS-SEND、VS-RECEIVE、及びVS-RECEIVE\_AND\_PLAYが含まれる。これらのコマンドの各々は、記憶ノード16と2つの外部定義階層エンティティとの間での、1つまたは複数のマルチメディア・ファイルの転送を発生する。

1) VS-DUMP及びVS-RESTOREコマンドは、制御ノード18がアクセスできるディスク記憶ノード16とテープ記憶ユニット17との間のデータ転送を可能にする。データ転送は制御アプリケーションにより、或いは制御ノード18により自動的に開始される。

2) VS-SEND及びVS-RECEIVEコマンドは、マルチメディア・ファイルを別の媒体ストリーマに伝送する方法を提供する。任意選択的に受信媒体ストリーマは、入力ファイルをファイル全体を待機することなく、即時、予め割当てられた通信ノードに再生することができる。

【0046】媒体ストリーマ・アーキテクチャにおいて定義されるモジュール設計及び機能セットに加え、データ・フローが等時性データ転送に対応して最適化され、コストを多大に低減する。特に、

1) 低待ち時間スイッチの帯域幅が接続ノードの帯域幅を上回り、ノード間の通信に、ほとんどブロッキングが生じなくなる。

2) プロセッサ・メモリへのデータ転送が回避され、より大きな帯域幅が提供される。

3) データの処理が回避され、高価な処理ユニットが排除される。

4) データ転送が慎重にスケジュールされ、大きなデータ・キャッシュが回避される。

【0047】従来のコンピュータ用語では、媒体ストリーマ10は、相互接続されるアダプタのシステムとして機能し、これらのアダプタは低待ち時間スイッチ12を介して、ピア・ツー・ピアのデータ転送を実行する能力を有する。低待ち時間スイッチ12はデータ記憶装置へのアクセスを有し、“ホスト・コンピュータ”の介入無しに、あるアダプタのメモリから別のアダプタのメモリへデータ・セグメントを転送する。

【0048】B. 等時的配布のためのデジタル圧縮ビデオ・データの階層的管理

媒体ストリーマ10は階層的記憶要素を提供する。これは非常に小規模なビデオ・システムから、非常に大規模なシステムに及ぶスケラビリティを可能にする設計である。更にビデオ・オン・デマンド、準ビデオ・オン・デマンド、コマーシャル挿入、高品質非圧縮ビデオの記憶、捕獲及び再生の機能を満足するために必要な様々な要求に適応する、記憶管理の柔軟性を提供する。

【0049】B1. テープ記憶装置

媒体ストリーマ10において、ビデオ・プレゼンテーションは高性能デジタル・テープからディスクに転送され、エンド・ユーザにより要求されるより低いデータ・レートで再生される。このようにして、ビデオ時間の最小量だけがディスク・サブシステム上に記憶される。システムが“準ビデオ・オン・デマンド”の場合、例えば各映画の5分間だけが、任意の時刻において、ディスク記憶装置に存在する必要がある。典型的な2時間映画では、それぞれが5分間のセグメントが22個だけ必要となる。結果的に任意の時刻において、全てのビデオ・プレゼンテーションがディスク・ファイル上に保持されることがないので、ビデオ・プレゼンテーションのための総ディスク記憶要求が低減される。再生されるプレゼンテーションの1部分だけが、ディスク・ファイル内に存在することが必要である。

【0050】換言すると、ビデオ・プレゼンテーションがその全体を再生するために時間Tを要し、Nデータ・ブロックを有するデジタル表現として記憶される場合、各データ・ブロックはビデオ・プレゼンテーションの約T/N期間に相当する当該ビデオ・プレゼンテーションの1部を記憶する。Nデータ・ブロックの最後のデータ・ブロックは、T/N期間よりも少ない期間を記憶する。

【0051】システムに対する要求が大きくなり、ストリーム数が増加すると、統計的平均として、ビデオ・ストリーム要求の約25%が同じ映画に対するものとなる。しかしながら、異なるサブ秒単位の時間間隔では、観賞者への配布は、これらのサブ秒の要求の50%以上が15の映画セグメントのグループに入る結果となる。

【0052】本発明の1態様は、この要求を満足する最適な技術を利用することである。(例えばIBM社により生産される)ランダム・アクセス・カートリッジ・ロ

ーダは、1 テープ当たりの大きな記憶容量、1 ドロウ (drawer) 当たり 100 本のテープを有する機械式ロボット・ローディング、及び 1 ドロウ当たり最大 2 個のテープ・ドライブを有する、デジタル・テープ・システムである。結果的に、“ムービ・オン・デマンド”・システムに対応する有効なテープ・ライブラリが提供される。しかしながら、本発明は映画のための大容量記憶装置を提供する非常に低コストのデジタル・テープ記憶ライブラリ・システムを可能にし、更に、低い要求度の映画をテープから速度マッチング・バッファに、そして次にビデオ伸長及び配布チャネルに直接再生することを可能にする。

【0053】階層テープ記憶を任意のビデオ・システムに結合する第 2 の利点は、ディスクが不動作状態になったときに、ディスク上に記憶される任意の映画に迅速なバックアップを提供することである。通常システムでは、あるディスクが故障したとき、映画がテープから再ロードされるように“予備”のディスクを保持する。これは通常、RAID または RAID 式システムと結合される。

#### 【0054】B2. ディスク記憶システム

ビデオ・ストリームに対する要求レベルが高くなると、映画全体をディスク上に記憶して、ビデオ・データをテープからディスクに連続的に転送するために要求されるシステム性能オーバーヘッドを低減することが、より効率的となる。通常システムは、依然としてテープ上に記憶される映画のライブラリを含む。なぜなら、ライブラリ内の通常の映画の数は、任意の時刻に再生される映画の数の 10 倍乃至 100 倍多いからである。ユーザが特定の映画を要求すると、その映画のセグメントがディスク記憶ノード 16 にロードされ、そこから開始される。

【0055】同一の映画を観賞したい多くのユーザが存在する場合、ディスク上にその映画を保持することが有利である。これらの映画は通常、その週の“ホットな”映画であり、ピークの観賞時間帯に先立ち、テープからディスクにプリロードされる。これにより、ピーク時間帯の間のシステムの作業負荷が軽減される。

#### 【0056】B3. キャッシュからの映画

“ホット”映画に対する要求が多くなると、媒体ストリーマ 10 は MRU ベースのアルゴリズムを通じ、主要映画をキャッシュに転送するように決定する。これは実質的なキャッシュ・メモリを必要とするが、コスト対アクティブ・ストリーム数の比率に関しては、キャッシュからサポートされる高ボリュームが、媒体ストリーマ 10 の総コストを押し下げる。

【0057】ビデオ・データの性質、システムが常に再生中のビデオ、及び次に要求されるデータ、再生に要する時間が予め認識されることから、キャッシュ、内部バッファ、ディスク記憶装置、テープ・ローダ、バス性能などの使用を最適化する方法が提供される。

【0058】全ての記憶媒体に渡り内容の配置及び分配を制御するアルゴリズムが、広帯域スペクトル要求への等時性データの配布を可能にする。等時性データの配布は実質的に 100% 予測可能であるので、これらのアルゴリズムは、コンピュータ業界の他のセグメントで使用される従来のアルゴリズム、すなわちアクセス・データのキャッシングが常に予測可能ではないアルゴリズムとは非常に異なる。

#### 【0059】C. 媒体ストリーマ・データ・フロー・アーキテクチャ

上述のように、媒体ストリーマ 10 はビデオ・ストリームを、TV セットや LAN、ATM などのネットワークを介して接続されるセット・トップ・ボックスなどの、様々な出力に配布する。記憶容量及び同時ストリーム数に対する要求に適合するために、複数の記憶ノード及び通信ノードを含む分散アーキテクチャが好適である。データは記憶ノード 16、17 上に記憶され、通信ノードにより配布される。通信ノード 14 は、適切な記憶ノード 16、17 からデータを獲得する。制御ノード 18 は単一のシステム・イメージを外界に提供する。ノードは相互接続低待ち時間スイッチ 12 により接続される。

【0060】データ・レート及び配布データは、各ストリームに対応して予測可能である。本発明はこの予測可能性を利用することにより、資源を完全に利用し、各ストリームのデータが必要な時に、あらゆるステージにおいて使用可能なことを保証するデータ・フロー・アーキテクチャを構成する。

【0061】記憶ノード 16、17 と通信ノード 14 との間のデータ・フローは、多数の異なる方法によりセット・アップされる。

【0062】通信ノード 14 は一般に、複数のストリームを配布する役割をする。通信ノードは、これらのストリームの各々に対応する保留のデータ要求を有するかもしれない、要求データが異なる記憶ノード 16、17 から到来するかもしれない。データを同一の通信ノードに送信するために、異なる記憶ノードが同時に試行すると、1 つの記憶ノードだけがデータを送ることができ、他の記憶ノードは妨害される。この妨害はこれらの記憶ノードにデータの送信を再試行させ、スイッチの利用度を低下させ、記憶ノードから通信ノードにデータを送信するために要する時間に大きな変化をもたらす。本発明では、異なる記憶ノード 16、17 の間で、通信ノード 14 の入力ポートの競合は発生しない。

【0063】要求されるバッファリング量は、次のようにして決定される。通信ノード 14 が要求を記憶ノード 16、17 に送信し、データを受信するために要する平均時間を判断する。この時間は、要求を記憶ノードに送信するための時間と、応答を受信するための時間、すなわち記憶ノードが要求を処理するために要する時間とを加算して決定される。記憶ノードは、ディスクからデー

タを讀出するために要する平均時間と、要求の処理に関連する遅延とを加算することにより、要求を処理するために要する平均時間を決定する。これが要求を処理する待ち時間となる。要求バッファリング量はストリームのデータ・レートにおいて、この待ち時間をカバーするために必要なメモリ記憶である。以降で述べられる解決策は、媒体ストリーマ環境の特殊状態を利用することにより、待ち時間を低減し、それにより要求資源を低減する。待ち時間は、以前のステージからのデータの要求を予想しながら、データのあらゆるステージ（例えば記憶ノード内及び通信ノード内）において、"ジャスト・イン・タイム"・スケジューリング・アルゴリズムを用いることにより低減される。

【0064】記憶ノード16、17による通信ノード14の入力ポートの競合が、次の2つの基準を用いることにより回避される。

1) 記憶ノード16、17は特定の要求の受信に際してのみ、通信ノード14にデータを送信する。

2) 所与の通信ノード14が、記憶ノードから讀出されるデータに対する全ての要求を直列化し、通信ノード14からデータを受信する1つの要求だけが、通信ノード14が配布するストリーム数に関係なく、任意の時点において優先される。

【0065】上述のように、待ち時間の低減は、あらゆるステージにおけるジャスト・イン・タイム・スケジューリングにもとづく。基本原理は、ストリームのデータ・フローのあらゆるステージにおいて、データに対する要求が到来するとき、そのデータが使用可能であることである。これにより待ち時間は、要求を送信し、任意のデータ転送を実行するのに要する時間に低減される。従って、制御ノード18が特定のストリームに対応するデータの要求を記憶ノード16に送信すると、記憶ノード16はこの要求にほとんど即時に応答することができる。この特徴は、上述の競合問題の解決策にとって重要である。

【0066】媒体ストリーマ環境において、データへのアクセスは順次的であり、ストリームのデータ・レートは予測可能であるので、記憶ノードは、特定のストリームのデータの次の要求が期待される時期を予想することができる。要求に応じて供給されるデータの識別も知ることができる。記憶ノード16は、データが記憶されている場所、及び他のストリームに対応して期待される要求も知ることができる。この情報と、ディスクから讀出し要求を処理する予想時間から、記憶ノード16は讀出しオペレーションをスケジューリングし、要求が通信ノード14から到来する直前に、データが使用可能となる。例えばストリーム・データ・レートが250KB/秒で、記憶ノード16が4セグメント目毎にビデオを含む場合、そのストリームに対応するデータに対する要求は4秒毎に到来する。讀出し要求の処理時間が500ミリ秒

であると（讀出し要求が500ミリ秒以内に完了することが必要条件）、その要求は、通信ノード14から要求が受信されると予想されるよりも、少なくとも500ミリ秒以前にスケジューリングされる。

#### 【0067】C1. 制御ノード18機能

制御ノード18の機能は、制御フローのために、媒体ストリーマ10と外界との間のインタフェースを提供することである。これはまた、たとえ媒体ストリーマ10自身が分散システムとして実現されたとしても、単一のシステム・イメージを外界に提供する。制御ノードの機能は、定義アプリケーション・プログラム・インタフェース（API）により実行される。APIはビデオ・データの再生/記録などの実時間機能の他に、媒体ストリーマ10においてビデオ内容を生成する機能を提供する。制御ノード18は通信ノード14に、ビデオを再生または停止するための実時間要求を送る。

#### 【0068】C2. 通信ノード14

通信ノード14は、実時間ビデオ・インタフェースを専用に処理する（同一プロセス内の）次のスレッド、すなわち接続/切断要求を処理するスレッド、再生/停止要求及び休止/再開要求を処理するスレッド、及びジャンプ（前方検索または後方検索）要求を処理するスレッドを有する。更に記憶ノード16からストリームに対応するデータを讀出す入力スレッド、及びデータを出力ポートに書込む出力スレッドを有する。

【0069】通信ノード14におけるビデオ再生の間のデータ処理のデータ・フロー構造が、図7に示される。データ・フロー構造は、記憶ノード16からデータを獲得する入力スレッド100を含む。入力スレッド100は記憶ノードからのデータの受信を直列化するので、任意の時点において1つの記憶ノードだけがデータを送信することになる。入力スレッド100は、出力スレッド102がバッファからストリームに対応して書込む必要があるときに、バッファが既にデータにより充填されていることを保証する。更にストリームの入力及び出力オペレーションの両方をスケジューリングするスケジューリング機能104が存在する。この機能は、入力スレッド100及び出力スレッド102の両方により使用される。

【0070】各スレッドは要求をキューから取り出す。出力スレッド102に対応する要求キュー106は、ストリームを識別する要求、及び空にすべき関連バッファを指し示す要求を含む。これらの要求は、ビデオ出力インタフェースに書込まれるべき時間順に整列される。出力スレッド102がバッファを空にすると、出力スレッドはバッファを空とマークし、そのストリームに対する入力キュー108内の要求を入力スレッドに待機する（バッファを充填する）ように、スケジューラ機能104を呼出す。入力スレッド100に対応するキュー108もまた、バッファが充填されるべき時間順に整列される。

【0071】入力スレッド100もまた、要求時間順に整列される要求キュー108を処理する。そのタスクはバッファを記憶ノード16から充填することである。そのキュー内の各要求に対応して、入力スレッド100は次のアクションを実行する。すなわち入力スレッド100は、ストリームの次のデータ・セグメントを有する記憶ノード16を決定する（ビデオ・ストリーム・データは好適には多数の記憶ノードに渡り、ストライプされる）。入力スレッド100は次に、ストリーム・データの要求を決定された記憶ノードに送信し（スイッチ12を通じてメッセージを送信する）、データの到来を待機する。

【0072】このプロトコルは、任意の時刻に1つの記憶ノード16だけが特定の通信ノード14にデータを送信することを保証し、記憶ノードが非同期にデータを送信ノード14に送信する場合に起こりうる競合を回避する。要求データが記憶ノード16から受信されると、入力スレッド100はバッファをフルとマークし、要求を（ストリームのデータ・レートにもとづき）出力スレッド102にバッファリングし、バッファを空にするためにスケジューラ104を呼出す。

【0073】C3. 記憶ノード16

ストリームの再生をサポートする記憶ノード16のデータ・フロー構造が、図8に示される。記憶ノード16は、ビデオ・データを含むバッファのプールを有する。これは各論理ディスク・ドライブに対応する入力スレッド110と、スイッチ・マトリックス12を介して通信ノード14にデータを書込む出力スレッド112とを有する。記憶ノード16は更に、入力スレッド110及び出力スレッド112により使用され、オペレーションをスケジュールするスケジューラ機能114、並びにデータを要求する通信ノード14からの要求を処理するメッセージ・スレッド116を有する。

【0074】データ要求メッセージが通信ノード14から受信されると、メッセージ・スレッド116が既にバッファされた要求データを順当に見出し、要求（キュー118）を出力スレッド112に待機する。要求は時間順に待機される。出力スレッド112はバッファを空にし、それをフリー・バッファのリストに追加する。各入力スレッド110は固有の要求キューを有する。関連ディスク・ドライブ上にビデオ・データを有する各アクティブ・ストリームに対応して、キュー120は要求時間順（データ・レート、ストライプ・レベルなどにもとづく）に次のバッファを充填するように整列される。スレッドはキュー120内の最初の要求を取り出し、それにフリー・バッファを対応付け、バッファをディスク・ドライブからのデータにより充填するように入出力要求を発行する。バッファが充填されると、それがフル・バッファのリストに追加される。このリストは、ストリームに対応するデータ要求が受信されるとき、メッセージ

・スレッド116によりチェックされる。データ要求メッセージが通信ノード14から受信され、要求バッファがフルでない場合、これは誤りデッドライン（missed deadline）と見なされる。

【0075】C4. ジャスト・イン・タイム・スケジューリング

ジャスト・イン・タイム・スケジューリング技法は、通信ノード14及び記憶ノード16の両方で使用される。この技法は次のパラメータを使用する。

$b c$  = 通信ノード14におけるバッファ・サイズ

$b s$  = 記憶ノード16におけるバッファ・サイズ

$r$  = ビデオ・ストリーム・データ・レート

$n$  = ビデオ・ストリームに対応するデータを含むビデオのストライプ数

$s r$  = ストライプ・データ・レート

$s r = r / n$

【0076】使用アルゴリズムは次のようである。

(1)  $s f c$  = ストリームに対応する通信ノードにおける要求の頻度で、 $r / b c$  である。

(2)  $d f c$  = 記憶ノードにおけるディスク読出し要求の頻度で、 $s r / b s$  である。

ビデオ・データの”ストライピング”については、後述のセクションHで詳細に述べられる。

【0077】要求は上記式により決定される頻度でスケジュールされ、データが必要とされるより以前に完成する。これはビデオ・ストリームの再生の開始時に、データ・パイプにデータを予め”注入する”（prime）ことにより達成される。

【0078】 $s f c$  及び  $d f c$  の計算は、接続時にストリームを再生する通信ノード14と、ビデオ・データを含む記憶ノード16の両方において、実施される。頻度（またはその逆数すなわち時間間隔）は、記憶ノード16（図8参照）内において、ディスクからの入力をスケジュールするために、また通信ノード14（図7参照）内において、ポートへの出力（及び記憶ノードからの入力）をスケジュールするために使用される。

【0079】ジャスト・イン・タイム・スケジューリング例：4つの記憶ノード上にストライプされるビデオから、2.0Mビット/秒（250000バイト/秒）でストリームを再生すると仮定する。また、通信ノードにおけるバッファ・サイズが250000バイトで、ディスク・ノードにおけるバッファ・サイズが250000バイトとする。更にデータが250000バイト/秒でセグメントにストライプされるものとする。

【0080】ジャスト・イン・タイム・アルゴリズムの様々なパラメータ値を次に示す。

$b c$  = 250000バイト（通信ノード14におけるバッファ・サイズ）

$b s$  = 250000バイト（記憶ノードにおけるバッファ・サイズ）

$r = 250000$  バイト/秒 (ストリーム・データ・レート)

$n = 4$  (ストリームに対応するビデオのストライプ数)

$sr = r/n = 6250$  バイト/秒または  $250000$  バイト/4秒、すなわち毎4秒ごとに  $250000$  バイト

$sfc = r/bc = 1$ /秒 (通信ノード14における要求の頻度)

$dfc = sr/bs = 1$ /秒 (記憶ノード16における要求の頻度)

【0081】ストリームを再生する役割をする通信ノード14は、入力及び出力要求を1/秒の頻度または1.0秒の間隔でスケジュールする。通信ノード14がストリームに専用の2つのバッファを有すると仮定すると、通信ノード14はビデオ・ストリームの出力を開始する以前に、両方のバッファが充填されることを保証する。

【0082】接続時に、通信ノード14は、ビデオ・データのストライプを含む4つの全ての記憶ノード16にメッセージを送信する。最初の2つの記憶ノードは、ストライプからの最初のセグメントに対する要求を予想し、バッファを充填するようにディスク要求をスケジュールする。通信ノード14は、それぞれが  $250000$  バイトのサイズを有する2つのバッファに、最初の2つのセグメントを讀出すように、入力要求 (図7参照) をスケジュールする。再生要求が到来すると、通信ノード14は最初に2つのバッファがフルであることを保証し、次に全ての記憶ノード16に再生を開始することを通知し、ストリームの再生を開始する。第1のバッファが出力されると (これは  $2$  Mビット/秒または  $250000$  バイト/秒で1秒を要する)、通信ノード14は記憶ノード16からデータを要求する。通信ノード14は次に各記憶ノードから順番に1秒間隔でデータを要求する。すなわち、通信ノードは特定の記憶ノードからは4秒間隔でデータを要求する。通信ノードは常に  $250000$  バイトのデータを1度に要求する。通信ノードが記憶ノード16からデータを要求する頻度の計算は、接続時に通信ノード14により実行される。

【0083】記憶ノード16はストリーム・データに対する要求を次のように予想する。ストライプ3を含む記憶ノード16 (後述のセクションH参照) は、再生が開始した1秒後に、そしてそれ以降は4秒毎に、次の  $250000$  バイト・セグメントに対する要求を予想することができる。ストライプ4を含む記憶ノード16は、再生が開始した2秒後に、そしてそれ以降は4秒毎に、要求を予想することができる。ストライプ2を含む記憶ノード16は、再生が開始した4秒後に、そしてそれ以降も4秒毎に、要求を予想することができる。すなわち、各記憶ノード16は、(上述のような) 特定の開始時点から4秒毎に  $250000$  バイトの頻度でディスクからの入力をスケジュールする。このスケジューリングは記

憶ノード16において、再生コマンドの受信後、及びストリームに対応するバッファが出力された後に達成される。要求頻度の計算は、接続要求の受信時に実行される。

【0084】通信ノード14及び記憶ノード16において、異なるバッファ・サイズを使用することも可能である。例えば通信ノード14におけるバッファ・サイズが  $50000$  バイトで、記憶ノード16におけるバッファ・サイズが  $250000$  バイトであってもよい。この場合、通信ノード14における要求の頻度は  $5$ /秒 ( $= 250000/50000$ ) すなわち  $0.2$  秒間隔となり、記憶ノード16における頻度は  $1$ /秒のままである。通信ノード14は、最初のストライプを含む記憶ノードから、最初の2つのバッファ ( $100000$  バイト) を讀出す (ここでセグメント・サイズは  $250000$  バイトであり、最初のセグメントを含む記憶ノード16は、接続時にディスクからの入力をスケジュールする)。再生が開始するとき、通信ノード14は記憶ノード16にそのことを通知し、第1のバッファを出力する。バッファが空になると、通信ノード14は次の入力をスケジュールする。バッファは  $0.2$  秒毎に空になり、通信ノード14はこの頻度で記憶ノード16から入力を要求し、また同じ頻度で出力をスケジュールする。

【0085】この例では、記憶ノード16は  $0.2$  秒間隔で到来する5つの要求を予想できる。(但し、 $100000$  バイトが既に讀出されている最初のセグメントの場合を除く。従って、初期には再生の開始後に、3つの要求が  $0.2$  秒毎に到来する。すなわち、5つの要求 (各々が  $50000$  バイトに対応) の次のシーケンスは、前のシーケンスの最後の要求の4秒後に到来する。) 記憶ノードのバッファ・サイズは  $250000$  バイトなので、記憶ノード16はディスクからの入力を、4秒毎にスケジュールする (先に述べた例と同様)。

【0086】C5. 再生アクションの詳細

次のステップでは、ストリームの再生アクションの制御及びデータ・フローを追跡する。再生のためにビデオをセットアップするステップが、図9に時間順に示される。

1. ユーザが、以前にロードされた特定のビデオを有するポートをセットアップするコマンドを呼出す。要求が制御ノード18に送信される。
2. 制御ノード18内のスレッドが、要求及びVS-CONNECTコマンドを受信する。
3. 制御ノードのスレッドがビデオのカatalog・エントリをオープンし、ストライプ・ファイル情報を有するビデオのメモリ記述子をセットアップする。
4. 制御ノード18が要求に対応して、通信ノード14及びそのノード上の出力ポートを割当てする。
5. 次に制御ノード18が、割当てられた通信ノード14にメッセージを送信する。

6. 通信ノード14内のスレッドが、制御ノード18からメッセージを受信する。

7. 通信ノードのスレッドが、ストライプ・ファイルを含む記憶ノードにオープン要求を送信する。

8、9. オープン要求を送信される各記憶ノード16のスレッドが、要求を受信し、要求ストライプ・ファイルをオープンし、任意の必要な資源を割当てると同時に、ディスクからの入力をスケジュールする（ストライプ・ファイルが最初の数セグメントを含む場合）。

10. 記憶ノードのスレッドが、ストライプ・ファイルのハンドル（識別子）を有する応答を通信ノード14に返送する。

11. 通信ノード14のスレッドが全ての関連記憶ノードから応答を待機し、成功裡に応答を受信すると、ストリームのために資源を割当てて。これには出力ポートのセットアップが含まれる。

12. 通信ノード14が次に、ビデオ・データ・パイプラインを注入するための入力をスケジュールする。

13. 通信ノード14が次に応答を制御ノード18に返送する。

14. 制御ノードのスレッドが、通信ノード14から成功裡に応答を受信すると、このストリーム・インスタンスに関連する続く要求に対応して使用されるハンドルをユーザに返却する。

【0087】次に、ビデオ・ストリームが成功裡にセットアップされた後に、再生要求の受信に際し実行されるステップを、時間順に示す。これらのステップは図10に示される。

1. ユーザが再生コマンドを呼出す。

2. 制御ノード18のスレッドが要求を受信する。

3. 制御ノード18のスレッドが、要求がセットアップされたストリームに対応することを確認し、再生要求を割当てられた通信ノード14に送信する。

4. 通信ノード14のスレッドが再生要求を受信する。

5. 通信ノード14が再生要求を全ての関連記憶ノード16に送信し、これらのノードが、このストリームの続く要求の予想に対応して、独自のオペレーションをスケジュールできるようにする。ここで“関連”記憶ノードとは、対象のビデオ・プレゼンテーションの少なくとも1つのストライプを記憶する記憶ノードをさす。

6. 各関連記憶ノード16のスレッドが要求を受信し、このストリームの将来の要求をサービスするためのスケジュールをセットアップする。各関連記憶ノード16は応答を通信ノード14に返送する。

7. 通信ノードのスレッドは、パイプラインが注入される（ビデオ・データによりプリロードされる）ことを保証し、ストリームの出力を可能にする。

8. 通信ノード14が次に応答を制御ノード18に返送する。

9. 制御ノード18が、ストリームが再生されているこ

とを示す応答をユーザに返送する。

【0088】入力及び出力スレッドは、停止／休止コマンドが受信されるか、ビデオが終了するまで、ビデオ・プレゼンテーションを指定ポートに配布し続ける。

【0089】D. 媒体ストリーマとのユーザ・インタフェース及びアプリケーション・インタフェース

媒体ストリーマ10は受動サーバであり、外部制御システムから制御コマンドを受信すると、ビデオ・サーバ・オペレーションを実行する。図11は媒体ストリーマ10アプリケーションのシステム構成を示し、システム内に存在するインタフェースを示す。

【0090】媒体ストリーマ10は、そのオペレーションを制御するために、ユーザ及びアプリケーション・プログラムに対応した2レベルのインタフェース、すなわちユーザ・インタフェース（図11の（A））と、アプリケーション・プログラム・インタフェース（図11の（B））を提供する。

【0091】両レベルのインタフェースはクライアント制御システム上に提供され、これらは遠隔プロシージャ呼出し（RPC）機構を通じて、媒体ストリーマ10と通信する。媒体ストリーマ10上の代わりに、クライアント制御システム上にインタフェースを提供することにより、媒体ストリーマ10からのアプリケーション・ソフトウェアの分離が達成される。このことは、クライアント制御システム上のアプリケーション・ソフトウェアの変更または置換を必要としないため、媒体ストリーマのアップグレードまたは置換を容易にする。

【0092】D1. ユーザ通信

媒体ストリーマ10は、次の2タイプのユーザ・インタフェースを提供する。

・コマンド・ライン・インタフェース

・グラフィカル・ユーザ・インタフェース

【0093】D1. 1. コマンド・ライン・インタフェース

コマンド・ライン・インタフェースは、ユーザ・コンソールまたはインタフェース（図1の65、66）上にプロンプトを表示する。コマンド・プロンプトの後、ユーザはコマンドを入力する。実際にはコマンド・キーワードに続いてパラメータを入力する。コマンドが実行されると、インタフェースは再度プロンプトを表示し、次のコマンド入力を待機する。媒体ストリーマ・コマンド・ライン・インタフェースは、特に次に示す2タイプのオペレーションに好適である。

【0094】バッチ制御：バッチ制御は、一連のビデオ制御コマンドを含むコマンド・スクリプトの実行の開始に関連する。例えば放送業界では、拡張期間における事前記録済みのスケジュール番組を含むコマンド・スクリプトが、予め用意される。スケジュールされた開始時間に、単一のバッチ・コマンドによりコマンド・スクリプトが実行され、オペレータの介入無しに放送が開始され



る。

【0095】自動制御：自動制御は、プログラムにより生成されたコマンド・リストの実行に関連し、媒体ストリーマ10上に記憶されたマテリアルを更新／再生する。例えばニュース機関が、毎日、新たなマテリアルを媒体ストリーマ10にロードする。新たなマテリアルを管理するアプリケーション制御プログラムが、媒体ストリーマ10を新たなマテリアルにより更新する媒体ストリーマ・コマンド（例えば、ロード（Load）、消去（Delete）、アンロード（Unload））を生成する。生成されたコマンドが、その実行のために、コマンド・ライン・インタフェースに送られる。

【0096】D1. 2. グラフィカル・ユーザ・インタフェース

図12は、媒体ストリーマ・グラフィカル・ユーザ・インタフェースの例を示す。このインタフェースは、再生（Play）、休止（Pause）、巻戻し（Rewind）、停止（Stop）などの制御ボタンを有するビデオ・カセット・レコーダの制御パネルに類似する。更にこれは、オペレーションがユーザによる選択に関連するときに（例えばロード（Load）は、ユーザにビデオ・プレゼンテーションのロードを選択するように要求する）、選択パネルを提供する。グラフィカル・ユーザ・インタフェースは、直接ユーザ対話において特に有用である。

【0097】"バッチ"（Batch）・ボタン130及び"インポート／エクスポート"・ボタン132が、グラフィカル・ユーザ・インタフェースに含まれる。これらの機能については後述される。

【0098】D2. ユーザ機能

媒体ストリーマ10は、次の3つの汎用タイプのユーザ機能を提供する。

- ・インポート／エクスポート
- ・VCR式再生制御
- ・拡張ユーザ制御

【0099】D2. 1. インポート／エクスポート

インポート／エクスポート機能は、ビデオ・データを媒体ストリーマ10に、または媒体ストリーマから転送するために使用される。ビデオがクライアント制御システムから媒体ストリーマ10に転送されるとき（インポート）、ビデオ・データのソースが、クライアント制御システムのファイルまたはデバイスとして指定される。ビデオ・データのターゲットは、媒体ストリーマ10内の特定の名称で指定される。ビデオが媒体ストリーマ10からクライアント制御システムに転送されるときには（エクスポート）、ビデオ・データのソースは、媒体ストリーマ10内のその名称により指定され、ビデオ・データのターゲットは、クライアント制御システムのファイルまたはデバイスとして指定される。

【0100】ユーザ機能のインポート／エクスポート・カテゴリでは、媒体ストリーマ10はビデオを除去す

る"消去"（delete）機能、及び記憶ビデオに関する情報を獲得する"属性獲得"（get attributes）機構を提供する。

【0101】グラフィカル・ユーザ・インタフェースを介して、インポート／エクスポート機能を呼出すために、ユーザは"インポート／エクスポート"・ソフト・ボタン132（図12）をクリックする。すると、個々の機能の呼出すために、"インポート"、"エクスポート"、"消去"及び"属性獲得"ボタンを含む新たなパネル（図示せず）が現れる。

【0102】D2. 2. VCR式再生制御

媒体ストリーマ10は、一連のVCR式再生制御を提供する。図12の媒体ストリーマ・グラフィカル・ユーザ・インタフェースは、次の機能、すなわちロード、取出し、再生、スロー、休止、停止、巻戻し、早送り、及び無声（Mute）が使用可能であることを示す。これらの機能は、グラフィカル・ユーザ・インタフェース上の対応するソフト・ボタンをクリックすることにより活動化される。媒体ストリーマ・コマンド・ライン・インタフェースは、次に示す類似の機能セットを提供する。

セットアップ：特定の出力ポートに対応して、ビデオをセットアップする。VCRへのビデオ・カセットのローディングに類似。

再生：セットアップされたビデオの再生を開始するか、休止されていたビデオの再生を再開する。

休止：ビデオの再生を休止する。

切離し（Detach）：VCRからのビデオ・カセットの取出しに類似。

状態（Status）：再生中のビデオ、再生経過時間などのポートの状態を表示する。

【0103】D2. 3. 拡張ユーザ制御

放送業界などの特定のアプリケーション要求をサポートするために、本発明は次の幾つかの拡張ユーザ制御を提供する。

再生リスト（Play list）：複数のビデオ及びポート上に再生されるそれらのシーケンスをセットアップする。

再生長（Play length）：ビデオの再生時間を制限する。

バッチ・オペレーション：コマンド・ファイルに記憶されるオペレーション・リストを実行する。

【0104】再生リスト及び再生長の制御は、グラフィカル・ユーザ・インタフェース上の"ロード"・ボタン134により達成される。各"セットアップ"・コマンドは、特定のポートに対応する再生リストに追加されるビデオを指定する。これはまた、ビデオが再生される時間制限を指定する。図13は、グラフィカル・ユーザ・インタフェース上の"ロード"・ソフト・ボタン134のクリックにตอบสนองして、再生リストに追加されるビデオを選択し、ビデオ再生の時間制限を指定するために現れるパネルを示す。ユーザが"ファイル"・ボックス136内の

10

20

30

40

50

ファイル名をクリックすると、その名前が“ファイル名”ボックス138に入力される。ユーザが“追加”ボタン140をクリックすると、“ファイル名”ボックス138内のファイル名が、その時間制限と一緒に“再生リスト”・ボックス142に追加され、現在の再生リストを（再生リスト上の各ビデオの時間制限と一緒に）表示する。

【0105】バッチ・オペレーションは、グラフィカル・ユーザ・インタフェース上の“バッチ”・ソフト・ボタン130（図12参照）を使用することにより実行される。

【0106】“バッチ”・ボタン130が活動化されると、ユーザがコマンド・ファイル名（図14参照）を選択または入力するためのバッチ選択パネルが表示される。バッチ選択パネル上の“実行”ボタン144を押下することにより、選択コマンド・ファイル内のコマンドの実行が開始する。図14は、グラフィカル・ユーザ・インタフェース上の“バッチ”及び“実行”オペレーションの例である。例えば、ユーザは最初に、c:/batchcmdディレクトリ内のファイル“batch2”にコマンド・スクリプトを生成する。ユーザは次に、図12に示されるグラフィカル・ユーザ・インタフェース上の“バッチ”・ボタン130をクリックし、バッチ選択パネルを呼出す。次にユーザは、バッチ選択パネルの“ディレクトリ”・ボックス146内の“c:/batchcmd”をクリックする。すると、“ファイル”・ボックス148内にファイルのリストが表示される。“ファイル”・ボックス148内の“batch2”の行をクリックすると、これが“ファイル名”ボックス150に入力される。最後に、ユーザは“実行”ボタン144をクリックし、“batch2”ファイル内に記憶されるコマンドを順次実行する。

【0107】D3. アプリケーション・プログラム・インタフェース

媒体ストリーマ10は、上述のアプリケーション・プログラム・インタフェース（API）を提供する。それにより、アプリケーション制御プログラムは媒体ストリーマ10と対話し、そのオペレーションを制御することができる（図11参照）。

【0108】APIは遠隔プロシージャ呼出し（RPC）ベースのプロシージャを含む。アプリケーション制御プログラムは、プロシージャ呼出しにより、API機能を実行する機能を指定する。アプリケーション制御プログラムは、媒体ストリーマ10の論理及び物理ロケーションを考慮することなく、API機能を実行する。ビデオ・サービスを提供する媒体ストリーマ10の識別は、クライアント制御システムのスタートアップ時、または任意選択的に、アプリケーション制御プログラムの開始時のいずれかに確立される。媒体ストリーマ10の識別が確立されると、プロシージャ呼出しがサービスに対応する適正な媒体ストリーマ10に仕向けられる。

【0109】後述される以外では、API機能は同期式に処理される。すなわち、機能呼出しが呼出し人に返却されると、その機能は実行され、媒体ストリーマ10において追加の処理は必要とされない。API機能を同期オペレーションとして構成することにより、コンテキスト・スイッチングのための追加の処理オーバーヘッド、非同期信号送信、及びフィードバックが回避される。この性能は厳しい実時間要求のために、ビデオ・サーバ・アプリケーションにおいては重要である。

10 【0110】API機能の処理は、要求が受信される順に実行される。このことはユーザ・オペレーションが正しい順序で処理されることを保証する。例えば、ビデオはその再生以前に接続（セットアップ）されなければならない。別の例では、“再生”要求に続く“休止”要求による順序の切替えが、完全に異なる結果をユーザに与える。

【0111】VS-PLAY機能はビデオの再生を開始し、（ビデオ再生の完了まで待機することなく、）制御を呼出し人に即時返却する。このアーキテクチャの論理的根拠は、ビデオ再生の時間は通常、長く（数分から数時間）、予測できないために（休止または停止コマンドが発生しうる）、VS-PLAY機能を非同期にすることにより、予測不能なまま長時間割当てられうる資源を解放することである。

【0112】ビデオ再生の終了時に、媒体ストリーマ10は、アプリケーション制御プログラムにより指定されるシステム／ポート・アドレスに非同期呼出しを生成し、アプリケーション制御プログラムにビデオ完了事象を通知する。システム／ポート・アドレスは、アプリケーション制御プログラムがビデオを接続するために、API VS-CONNECT機能を実行する際に指定する。ここでVS-PLAYに対応するコールバック・システム／ポート・アドレスが、個々のビデオ・レベルにおいて指定されることを述べておく。このことは、アプリケーション制御プログラムが、自由にビデオ完了メッセージを任意の制御ポイントに転送できることを意味する。例えば、あるアプリケーションが、多くのまたは全てのクライアント制御システムに対するビデオ完了メッセージを処理するために、1つの中央システム／ポートの使用を望むかもしれない。一方、別のアプリケーションにおいて、複数の異なるシステム／ポート・アドレスが、あるクライアント制御システムに対するビデオ完了メッセージを処理するために使用されうる。

【0113】APIアーキテクチャにより、媒体ストリーマ10は、異種のハードウェア及びソフトウェア・プラットフォームを有する複数の並行クライアント制御システムをサポートできるようになり、オペレーション要求の正しい順序を保証する上で、同期及び非同期タイプの両方のオペレーションを効率的に処理可能となる。例えば媒体ストリーマ10は、PS/2システム上で実行

されるIBM OS/2オペレーティング・システムを使用し、一方、クライアント制御システムは、RS/6000システム上で実行されるIBM AIXオペレーティング・システムを使用することができる(IBM、OS/2、PS/2、AIX、及びRS/6000は全てIBM社の商標である)。

【0114】D4. クライアント/媒体ストリーマ通信クライアント制御システムと媒体ストリーマ10との間の通信は、例えば既知のタイプの遠隔プロシージャ呼出し(RPC)機構を通じて達成される。図15は、クライアント制御システム11と媒体ストリーマ10との間の通信のためのRPC構造を示す。媒体ストリーマ機能の呼出しにおいて、クライアント制御システム11はRPCクライアントとして機能し、媒体ストリーマ10はRPCサーバとして機能する。これは図15の(A)に示される。しかしながら、非同期機能、すなわちVS-PLAYでは、その完了により媒体ストリーマ10がクライアント制御システム11へ呼出しを生成する。この場合、クライアント制御システム11はRPCサーバとして機能し、媒体ストリーマ10はRPCクライアントとして機能する。これは図15の(B)に示される。

【0115】D4. 1. クライアント制御システム11クライアント制御システム11では、ユーザ・コマンド・ライン・インタフェースが3つの内部並列プロセス(スレッド)を含む。第1のプロセスはユーザ・コマンド・ライン入力を解析し、API機能と呼出すことにより、要求オペレーションを実行する。その結果、RPC呼出しが媒体ストリーマ10に発行される(図15の(A))。このプロセスはまた、様々な出力ポートに対応してセットアップされ再生されるビデオの状態を追跡する。第2のプロセスは、周期的に、各ビデオの経過再生時間を、その指定時間制限に対してチェックする。ビデオがその時間制限に達すると、ビデオは停止されて切断され、同一出力ポートに対応する待機キュー内の次のビデオが、(もし存在する場合には)開始される。クライアント制御システム11における第3のプロセスは、RPCサーバとして機能し、媒体ストリーマ10からVS-PLAY非同期終了通知を受信する(図15の(B))。

【0116】D4. 2. 媒体ストリーマ10媒体ストリーマ10のスタートアップの間、クライアント制御システム11と媒体ストリーマ10との間のRPCをサポートするために、2つの並列プロセス(スレッド)が呼出される。第1のプロセスは、クライアント制御システム11から到来するAPI機能呼出しに対し、RPCサーバとして機能する(図15の(A))。第1のプロセスはRPC呼出しを受信し、要求機能(VS-CONNECT、VS-PLAY、VS-DISCONNECTなど)を実行するために、適切なプロシージャをディスパッチする。第2のプロセスは、適切なクライアント制御システム・アドレスを呼出すRPCクライアントとして機能し、アプリケー

ション制御プログラムに非同期終了事象を通知する。このプロセスは内部パイプ上で待機して、自身をブロックする。このパイプは、ビデオの再生を処理する他のプロセスにより書込まれる。後者すなわち他のプロセスがビデオの終りまたは異常終了状態に達すると、これはパイプにメッセージを書込む。ブロックされたプロセスはメッセージを読み出し、適切なクライアント制御システム11のポート・アドレスにRPC呼出しを生成し(図15の(B))、それによりクライアント制御システムはその状態を更新し、適宜アクションを起こすことができる。

【0117】E. ビデオ配布のための媒体ストリーマ・メモリ構成及び最適化

本発明の1態様は、キャッシュ管理及び関連入出力オペレーションをビデオ配布環境に個別に適合化する統合機構を提供する。次に、本発明のこの態様について詳細に説明する。

【0118】E1. 従来のキャッシュ管理

従来のキャッシュ管理機構は、キャッシュ制御装置及びオペレーティング・システムのファイル・サブシステム内に組込まれる。これらは汎用使用に対応して設計されており、ビデオ配布のニーズに適合するように特殊化されていない。

【0119】図16は、ビデオ配布に対応して、従来のキャッシュ管理機構が構成される1つの方法を示す。この技法は、2つのディスク・ファイル160、162の間でのビデオの分離(なぜならビデオが1ファイルによって大き過ぎるので)と、ファイル・システム166、媒体サーバ168及びビデオ・ドライバ170を含むプロセッサとを使用する。更に図には、2つのビデオ・ストリームに対応する2つのビデオ・アダプタ・ポート172、174が示される。また、ディスク・ファイル160のセグメントを主記憶に読み出し、順次データを第1のビデオ・ポート172に書込むデータ・フロー、並びに同一のセグメントを読み出し、それを第2のビデオ・ポート174に書込むデータ・フローが示される。図16は、本発明の媒体ストリーマ10により克服される従来技術の問題を説明するために使用される。

【0120】図16のステップA1乃至A12の説明:

A1. セグメントSKをビデオ・ドライバ170内のバッファに読み出すために、媒体サーバ168がファイル・システム166を呼出す。

A2. ファイル・システム166がSKの1部をファイル・システム166内のキャッシュ・バッファに読み出す。

A3. ファイル・システム166がキャッシュ・バッファを媒体サーバ168内のバッファにコピーする。ステップA2及びA3が複数回繰返される。

A4. SKをビデオ・ポート1(172)に書込むために、媒体サーバ168がビデオ・ドライバ170を呼出

す。

A 5. 媒体サーバ168がSKの1部を、ビデオ・ドライバ170内のバッファにコピーする。

A 6. ビデオ・ドライバ170がバッファをビデオ・ポート1(172)に書込む。ステップA 5及びA 6が複数回繰返される。

【0121】ステップA 7乃至A 12は、ポート1がポート2に変更される以外は、同様に機能する。ポート2に対応して要求されるとき、SKの1部がファイル・システム166のキャッシュ内に存在すれば、ステップA 8がスキップされうる。

【0122】上述の説明から理解されるように、ビデオ配布は複数のデータ・ストリームによる大量のデータの転送を含む。全体的使用パターンは、キャッシングを最適化するために使用される従来の2つのパターン、すなわちランダム及び順次のいずれにも適合しない。ランダム・オプションが選択されると、大部分のキャッシュ・バッファが、最近読出されたビデオ・セグメントからのデータを含みうるが、消滅以前に読出される見込みのあるビデオ・ストリームを有さないであろう。順次オプションが選択されると、大部分の最近使用されたキャッシュ・バッファが最初に再使用されるので、ファイル・システム・キャッシュ内で、必要セグメント部分を見出す機会は稀である。上述のように、ビデオ配布の重要な要素は、観覧者またはユーザが不快に感じるような中断無しに、データ・ストリームを等時的に配布することである。従来のキャッシング機構は、図示のように、ユーザへのビデオ・データ・ストリームの等時的配布を保証することができない。

【0123】図16に示される別の問題点を次に示す。  
a. ディスク及びビデオ・ポート入出力が、一般のファイル・システム要求を満足する比較的小さなセグメントにおいて実行される。このことは、ビデオ・セグメント・サイズのセグメントにより要求されるよりも、より大きな処理時間、ディスク・シーク・オーバーヘッド、及びバス・オーバーヘッドを要求する。

b. ファイル・システム・キャッシュ・バッファと媒体サーバ・バッファとの間、及び媒体サーバ・バッファとビデオ・ドライバ・バッファとの間でデータをコピーするために要する処理時間は、排除されるべき好ましくないオーバーヘッドである。

c. 同一ビデオ・セグメントのコピーを同時に含むために、2つのビデオ・バッファ(すなわち172、174)を使用することは、主メモリの使用を非効率的にする。更に、同一データがファイル・システム・キャッシュ及びビデオ・ドライバ・バッファの両方に記憶されるときには、より大きな無駄が生じる。

【0124】E 2. ビデオ用に最適化されたキャッシュ管理

本発明のこの態様によれば、キャッシュ管理オペレーシ

ョンの3つの主要な面(facet)が存在する。それらは、ストリームに渡るセグメント・サイズのキャッシュ・バッファの共有化、予測キャッシング、及びキャッシングの最適化のための同期化である。

【0125】E 2. 1. ストリームに渡るセグメント・サイズのキャッシュ・バッファの共有化

ビデオは固定サイズのセグメントに記憶され、管理される。セグメントは順次番号付けされ、例えばセグメント5は、セグメント6よりもプレゼンテーションの開始により近いビデオ・プレゼンテーション部分を記憶する。セグメント・サイズは、ディスク入出力、ビデオ入出力、バス使用度、及びプロセッサ使用度を最適化するように選択される。ビデオのセグメントは、ビデオ名だけに依存する固定の内容、及びセグメント番号を有する。ディスク及びビデオ出力への全ての入出力、及び全てのキャッシング・オペレーションは、セグメント境界上に整列されて実行される。

【0126】本発明のこの態様は、基礎となるハードウェアがピア・ツー・ピア・オペレーションをサポートするかどうか、すなわち、通信ノード内のキャッシュ・メモリを介することなく、ディスクと通信ノード14内のビデオ出力カードとの間の直接データ・フローをサポートするかどうかにより、2つの形態を取る。ピア・ツー・ピア・オペレーションでは、キャッシングがディスク記憶ユニット16で実行される。ピア・ツー・ピア・オペレーションをサポートしないハードウェアでは、データがセグメント・サイズのブロックにより、(通信ノード14内の)ページ変え連続キャッシュ・メモリに直接読出され、入出力オペレーション及びデータ転送を最小化する(F. ビデオ用に最適化されたデジタル・メモリ割当てを参照)。

【0127】データは同一ロケーションに留まり、ビデオ・セグメントがもはや必要とされなくなるまで、このロケーションから直接書込まれる。ビデオ・セグメントがキャッシングされる間、ビデオ・セグメントを出力する必要のある全てのビデオ・ストリームが、同一のキャッシュ・バッファをアクセスする。従って、ビデオ・セグメントの単一のコピーが多くユーザにより使用され、同一ビデオ・セグメントの追加のコピーを読出すための追加の入出力、並びにプロセッサ及びバッファ・メモリの使用が回避される。ピア・ツー・ピア・オペレーションでは、残りの入出力の半分、並びにほとんど全てのプロセッサ及び主メモリの使用が、通信ノード14において回避される。

【0128】図17は、ピア・ツー・ピア・オペレーションを持たないシステムの場合の本発明の実施例を示す。ビデオ・データがディスク記憶ノード16上でストライプされ、奇数番号のセグメントが第1のディスク記憶ノード180に、また偶数番号のセグメントが第2のディスク記憶ノード182上に配置される(後述のセク

ションH参照)。

【0129】この構成におけるデータ・フローもまた図17に示される。図からわかるように、セグメントSKがディスク182から通信ノード186内のキャッシュ・バッファ184に読出され、次にビデオ出力ポート1及び2に書込まれる。SKビデオ・データ・セグメントは、1入出力オペレーションによりキャッシュ・バッファ184に直接読出され、次にポート1に書込まれる。次にSKビデオ・データ・セグメントが1入出力オペレーションにより、キャッシュ・バッファ184からポート2に書込まれる。

【0130】以上から理解されるように、図16の従来のアプローチに関連して述べられた全ての問題が、図17に示されるシステムにより克服される。

【0131】図18は、ディスク記憶ノードとビデオ出力カードとの間のピア・ツー・ピア・オペレーションをサポートする構成の場合のデータ・フローを示す。1対のディスク・ドライブ190、192が、ストライプされたビデオ・プレゼンテーションを含み、これが介入する通信ノード14の主メモリを通過することなく、1対のビデオ・ポート194、196に直接供給される。

【0132】この構成のデータ・フローは、(1入出力オペレーションにより、)セグメントSKをディスク192からディスク・キャッシュ・バッファ198を介して、直接ポート1に読出す。

【0133】セグメントSKをポート2に読出す呼出しが続く場合、(1入出力オペレーションにより)セグメントSKがディスク・キャッシュ・バッファ198からポート2に直接読出される。

【0134】ポート1に対応してディスク・キャッシュ・バッファ198に読出されたデータが、ポート2への書込みに対応してまだ存在すると、メモリ、バス及びプロセッサ資源の最適な使用により、ポート1及び2へのビデオ・セグメントの転送が達成される。

【0135】ピア・ツー・ピア及び主メモリ・キャッシング機構を組合わせることが可能である。例えば、通信ノード14の1つのポートだけに再生されているビデオ・プレゼンテーションに対応して、ピア・ツー・ピア・オペレーションを使用し、通信ノード14の複数のポートに再生されているビデオ・プレゼンテーションに対応して、通信ノード14内にキャッシングする。

【0136】ディスク記憶ノードと通信ノードとの間でキャッシングの役割を分割する方法は、所与のハードウェア構成によりサポートされるビデオ・ストリーム数を最大化するために選択される。サポートされるストリームの数が知れている場合には、キャッシング記憶の容量及び配置が決定されうる。

【0137】E2. 2. 予測キャッシング

予測キャッシング機構は、ビデオ配布に好適なキャッシング方法のニーズに適合する。ビデオ・プレゼンテーシ

ョンは、一般に、非常に予測可能である。通常、これらは最初から再生を開始し、かなり長い所定時間を固定のレートで再生し、終りに達したときにのみ停止する。媒体ストリーム10のキャッシング・アプローチはこの予測性を利用し、任意の時にキャッシングされるビデオ・セグメントのセットを最適化する。

【0138】この予測性は、キャッシュ・バッファを充填する読出しオペレーションのスケジューリングと、キャッシュ・バッファの再使用のためのアルゴリズムの駆動の両方に対応して使用される。消滅以前の使用が予測されない内容を有するバッファは即時再使用され、より高い優先順位の使用のためにその空間を解放する。それに対して、合理的な時間内に使用される見込みのある内容を有するバッファは、たとえそれらの最後の使用がずっと以前であっても再使用されない。

【0139】より詳細には、ビデオ $v_1, v_2, \dots$ 、及びストリーム $s_1, s_2, \dots$ 、が与えられ、これらのビデオを再生する場合、各ストリーム $s_j$ は1つのビデオ $v(s_j)$ を再生し、 $v(s_j)$ の $k$ 番目のセグメントを書込むために予測される時間は、次の線形関数で表される。

【数1】 $t(s_j, k) = a(s_j) + r(s_j)k$

【0140】ここで $a(s_j)$ は開始時間及び開始セグメント番号に依存し、 $r(s_j)$ はセグメントを再生するために要する一定時間であり、 $t(s_j, k)$ はストリーム $s_j$ の $k$ 番目のセグメントを再生するためにスケジューリングされる時間である。

【0141】この情報はキャッシュ・バッファを充填する読出しオペレーションのスケジューリングと、キャッシュ・バッファを再使用するアルゴリズムの駆動の両方に対応して使用される。キャッシング管理アルゴリズムのオペレーションの幾つかの例について、次に示す。

【0142】例A：現在再生中の任意のビデオ・ストリームによる再生が予測されないビデオ・セグメントを含むキャッシュ・バッファが、再生が予測される任意のバッファより先に再使用される。この制約を満足した後、ビデオの再生頻度及びセグメント番号が、キャッシング済みのビデオ・セグメントを保存するための優先順位を決定する重みとして使用される。このグループ内の最も高い保存優先順位が、頻繁に再生されるビデオの早期に発生するビデオ・セグメントに割当てられる。

【0143】例B：再生が予測されるビデオ・セグメントを含むキャッシュ・バッファに対して、次の予測再生時間及びビデオ・セグメントを再生するために残されたストリーム数が、キャッシング済みのビデオ・セグメントを保存するための優先順位を決定する重みとして使用される。これらの重みは、実質的に、あるキャッシュ・バッファの保存優先順位を、(任意のビデオ・セグメントに対応して)再使用されるキャッシュ・バッファを有する入出力の予測数と、保存されるキャッシュ・バッファ

10

20

30

40

50

を有する入出力の予測数との差にセットする。

【0144】例えば、v 5が s 7上で再生されており、v 8が s 2及び s 3上で再生されており、s 2が s 3よりも 5秒遅れており、v 4がストリーム s 1 2乃至 s 2 0上で再生されており、各ストリームが次のストリームより 3 0秒遅れるとすると、s 7により既に使用された v 5データを含むバッファが最初に再使用され、次に s 2により既に使用された v 8データを含むバッファ、続いて s 1 2により既に使用された v 4データを含むバッファが再使用され、次に最も低い保存優先順位を有する残りのバッファが再使用される。

【0145】キャッシュ管理アルゴリズムは、接続オペレーション（ビデオ・セグメントが近い将来再生されることが予測されるが、その時期を正確に予測することができない）、及び停止オペレーション（以前の予測が修正されなければならない）などの特殊な場合に対応して変化を提供する。

【0146】E 2. 3. キャッシングを最適化する同期ストリーム

所与のビデオ・セグメントを要求する全てのストリームをクラスタ化し、そのセグメントを含むキャッシュ・バッファが記憶されなければならない時間を最小化し、それにより、より多くのシステム容量を他のビデオ・ストリームのために使用可能にすることが望ましい。ビデオ再生において、通常、セグメントの再生レートにほとんど柔軟性はない。しかしながら、ビデオ配布の特定のアプリケーションでは、再生レートに柔軟性がある（すなわち、人間の逆反応を引き起こすこと無く、ビデオ及び音声の僅かに加速または減速されうる）。更にビデオが即時観賞以外の目的で配布されることもありうる。レートの変化が可能な場合、ストリーム間のギャップを無くし、セグメントがバッファリングされていなければならない時間を低減するために、時間的に先に出力されるストリームが最小許容レートで再生され、後に出力されるストリームが最大許容レートで再生される。

【0147】同一のビデオ・プレゼンテーションを使用するストリームのクラスタ化は、接続及び再生オペレーションの間にも考慮される。例えば、VS-PLAY-AT-SIGNALは、複数ストリーム上で同時にビデオの再生を開始するとき使用される。これはクラスタ化を改良し、他のビデオ・ストリームのためにより多くのシステム資源を残し、システムの有効容量を拡張する。より詳細には、1番目のストリームを2番目のストリームに一致させるように、短い時間遅延させることによるクラスタ化は、キャッシュ内のセグメントの1つのコピーを両方のストリームに対応して使用可能とし、処理資産を節約する。

【0148】F. ビデオ用に最適化されたデジタル・メモリ割当て

デジタル・ビデオ・データは、非ランダムすなわち順次的で、大容量で、内容に厳格ではなく時間に厳格である

点で、通常のデータ処理データとは異なる属性を有する。データ経路における全ての非本質的なオーバーヘッドを最小化するように、複数のデータ・ストリームが高ビット・レートで配布されなければならない。媒体ストリーム10の効率及び容量を最大化するために、慎重なバッファ管理が要求される。メモリ割当て、割当て解除及びアクセスがこのプロセスにおける主要な要素であり、不適切な使用はメモリ断片化（fragmentation）、効率の低下、及びビデオ・データの遅延または腐敗を招きうる。

【0149】本発明の媒体ストリーム10は、高レベル・アプリケーションがデジタル・ビデオ・データに対応して、スワップ不能なページ変え連続メモリ・セグメント（ブロック）を割当て及び割当て解除することを可能にする、メモリ割当てプロシージャを使用する。このプロシージャは、ビデオ伝送アプリケーションに、単純で高レベルのインタフェースを提供し、要求サイズのメモリ・ブロックを割当てるために、低レベルのオペレーティング・システム・モジュール及びコード・セグメントを使用する。メモリ・ブロックは連続的であり、物理メモリ内に固定され、仮想メモリのスワッピングまたはページングにおいて生じうる遅延または破壊（corruption）、並びにデータ伝送ソフトウェアにおいて必要な収集／分散（gather/scatter）ルーチンによる複雑化を排除する。

【0150】高レベル・インタフェースは更に、要求メモリ・ブロックに対応して様々なアドレッシング・モード値を返却し、媒体ストリーム環境において並行に動作しうる様々なメモリ・モデルに適合するための、高価な動的アドレス変換の必要を排除する。物理アドレスは、様々なアプリケーションによりプロセス・リニア・アドレス及びプロセス・セグメント化アドレスとして使用される以外に、固定ディスク・ドライブなどの他のデバイス・ドライバによる直接アクセスに対しても使用されうる。メモリ・ブロックをシステムに返却する割当て解除ルーチンも提供され、断片化問題を回避する。なぜなら、メモリは全て単一ブロックとして返却されるからである。

【0151】F 1. メモリ割当てに使用されるコマンド  
1. 物理メモリの割当て：要求サイズのメモリ・ブロックを割当て、制御ブロックがメモリ領域の様々なメモリ・モデル・アドレス及びブロック長と共に返却される。  
2. 物理メモリの割当て解除：メモリ・ブロックをオペレーティング・システムに返却し、関連メモリ・ポイントを解放する。

【0152】F 2. アプリケーション・プログラム・インタフェース

デバイス・ドライバはシステム構成ファイル内で定義され、システムが起動するとき、自動的に初期化される。アプリケーションが次にデバイス・ドライバを擬似デバ

イスとしてオープンし、そのラベルを獲得し、次にインタフェースを用いてコマンド及びパラメータを受渡す。サポートされるコマンドは、メモリ割当て及びメモリ割当て解除であり、パラメータにはメモリ・サイズ及び論理メモリ・アドレスをさすポイントが含まれる。これらのアドレスは、メモリの物理ブロックが割当てられ、物理アドレスが論理アドレスに変換されると、デバイス・ドライバによりセットされる。割当てが失敗すると、ヌル (null) が返却される。

【0153】図19は、このプロシーダを使用するアプリケーションの典型的なセットを示す。データに対してバッファ1が32ビット・アプリケーションにより要求され、データが変更されてバッファ2に配置される。このバッファは次に、セグメント化アドレスを用いる16ビット・アプリケーションにより、または固定ディスク・ドライブなどの物理装置により直接処理される。この割当て機構により、固定の物理連続バッファを予め割当てることにより、各アプリケーションは、その固有の直接アドレッシングによりデータをアクセスできるようになり、アドレス変換遅延及び動的メモリ割当て遅延が排除される。ビデオ・アプリケーションはこのアプローチにより、デジタル・ビデオ・データを直接物理ディスクからバッファに転送し、次にプロセス内でデータを複数回転送することなく、出力装置に直接転送することにより、データ転送を最小化することもできる。

【0154】G. ビデオ・アプリケーション用に最適化されたディスク・ドライブ

ビデオ・ストリームはそれらの宛先に等時的に配布されることが重要である。すなわち、人間の目により動作が不連続と感じられたり、耳により音の中断として感じられるような遅延が生じないことが重要である。現ディスク技術は、例えば予測故障分析の実行など、データ・アクセスにおいて相当の遅延を生じうる周期的アクションを含んだりする。ほとんどの入出力オペレーションは100ms以内に完了するが、100msの周期的遅延は一般的であり、丸々3秒の遅延が発生しうる。

【0155】媒体ストリーム10は、高データ転送レートを効率的に支持できなければならない。汎用データ記憶及び検索用に構成されたディスク・ドライブは、ビデオ・サーバ・アプリケーション用に最適化されないと、メモリ、ディスク・バッファ、SCSIバス、及びディスク容量の使用において、非効率化を招く。

【0156】本発明の1態様によれば、ディスク・ドライブがディスク・パラメータの最適化により、大量のデータを円滑かつタイムリに配布するように、個別に適合化される。パラメータは、ビデオ・サーバとして特殊化されるディスク・ドライブの製造に組込まれたり、コマンド機構を通じてセットされる変数であったりする。

【0157】周期的アクションを制御するパラメータは、遅延を最小化または排除するようにセットされる。

バッファ使用度に影響するパラメータは、単一の読出しまたは書込みオペレーションにより、非常に大量のデータの転送を可能にするようにセットされる。SCSIバスとプロセッサ・バス間の速度マッチングに影響するパラメータは、データ転送の開始が早過ぎたり遅すぎたりしないように、調整される。ディスク媒体自身は、有効容量及び帯域幅を最大化するセクタ・サイズによりフォーマットされる。

【0158】最適化を達成するために、物理ディスク媒体は、最大可能な物理セクタ・サイズによりフォーマットされる。このフォーマット化オプションは、セクタ間のギャップで浪費される空間を最小化し、装置容量及びバースト・データ・レートを最大化する。好適な実施例は744バイト・セクタである。

【0159】ディスクは関連バッファを有してもよい。このバッファは、データ転送のためのバスの可用性とは非同期に、ディスク媒体からデータを読出すために使用される。同様にバッファは、ディスク媒体へのデータの転送とは非同期に、バスから到来するデータを保持するためにも使用される。バッファは多数のセグメントに分割され、その数はパラメータにより制御される。余りに多くのセグメントが存在すると、各セグメントは1回の転送で要求されるデータ量を保持することができなくなる。バッファがフルの時、装置は再接続を開始し、転送を開始しなければならない。この時バスまたは装置が使用可能でないと、回転遅延が続いて発生する。好適な実施例では、この値は、任意のバッファ・セグメントが少なくともデータ転送サイズの大きさを有するように、例えば1にセットされる。

【0160】バッファ・セグメントが読出しにおいて充填を開始すると、ディスクはホストへのデータ転送を可能にするように、バスへの再接続を試行する。ディスクがこの再接続を試行する時点は、バス利用の効率に影響を及ぼす。バス及びディスクの相対速度が、充填オペレーションの間における、ホストへのデータ転送を開始する最適な時点を決定する。同様に書込みオペレーションの間にも、バッファはホストからのデータの到来により充填され、充填プロセスにおける特定の時点で、ディスクがバスへの再接続を試行するべきである。正確な速度マッチングは、SCSIバス上における切断/再選択サイクルを低減し、最大スループットを向上させる。

【0161】再接続の時期を制御するパラメータは、“読出しバッファ・フル率 (read buffer full ratio)” 及び“書込みバッファ・エンプティ率 (write buffer empty ratio)” と呼ばれる。ビデオ・データでは、これらの比率を計算する好適なアルゴリズムは、 $256 \times (\text{瞬間SCSIデータ転送レート} - \text{最大ディスク・データ転送レート}) / (\text{瞬間SCSIデータ転送レート})$  である。現在使用される好適なバッファ・フル率及びバッファ・エンプティ率の値は、約204である。

【0162】ディスク・ドライブの設計において、温度変化により、ヘッド位置の周期的な再校正を要求するものがある。これらのディスク・ドライブ・タイプの中には、更に、アセンブリ内の全てのヘッドに対して温度補償を同時に実行するものと、1度に1ヘッドだけの温度補償を実行するものとが存在する。全てのヘッドが1度に実行される場合、ビデオ・データの読出しオペレーションの間に、数100ミリ秒の遅延が発生しうる。読出し時における遅延が長くなるほど、マルチメディア・プレゼンテーションにおけるデータ・フローを円滑化し、不自然さを回避するために、より大きな主メモリ・バッファを必要とする。好適なアプローチは、1度に1ヘッドの補償を可能にする温度補償ヘッド制御機能をプログラムすることである。

【0163】エラー・ログの保管及び予測故障分析の実行は、数秒を要する。これらの遅延は、マルチメディア・プレゼンテーションにおける遅延を円滑化し、不自然さを回避するための非常に大きな主メモリ・バッファ無しには、ビデオ・サーバ・アプリケーションにより個別に適合化され得ない。遊休時間制限機能パラメータは、エラー・ログの保管機能及び遊休時間の実行機能を禁止するために使用される。好適な実施例では、これらの機能を制限するように、パラメータをセットする。

【0164】H. ビデオ・データに対応したデータ・ストライピング

ビデオ・アプリケーションでは、同一データ（例えば映画）から複数のストリームを配布する必要がある。この要求は高データ・レートでデータを読出す必要性を意味する。すなわち、1ストリームを配布するのに必要なデータ・レートに、同一データを同時にアクセスするストリームの数を乗じたレートが要求される。従来、この問題は、一般にデータの複数のコピーを有することで解決されたが、これは追加の費用を要する。本発明の媒体ストリーマ10は、データの単一のコピーから多くの同時ストリームをサービスする技法を使用する。この技法は、個々のストリームのデータ・レートと、データを同時にアクセスしうるストリーム数を考慮する。

【0165】上述のデータ・ストライピングは、データがストライプと呼ばれる複数のファイル要素に存在するように区分化される論理ファイルの概念を含む。各ストライプは異なるディスク・ボリューム上に存在するようにされ、それにより論理ファイルは複数の物理ディスクに跨ることになる。ディスクは局所的であったり、遠隔的であったりする。

【0166】データが論理ファイルに書込まれるとき、データは論理長（すなわちセグメント）に分離され、これらが順次ストライプに配置される。図20に示されるように、ビデオに対応する論理ファイル（ビデオ1）が、各々が特定のサイズ、例えば256KBのM個のセグメントまたはブロックに区分化される。最後のセグメ

ントは部分的にデータが充填されうる。1番目のデータ・セグメントは第1のストライプに配置され、2番目のセグメントは第2のストライプに配置され、以降同様にして配置される。セグメントが各ストライプに書込まれると、次のセグメントが第1のストライプに書込まれる。従って、ファイルがN個のストライプにストライプされる場合、ストライプ1はセグメント1、N+1、2N+1などを含み、ストライプ2はセグメント2、N+2、2N+2などを含む。

10 【0167】データの類似のストライピングが、RAID構成のデータ処理で知られており、ここではストライピングの目的は、ディスクが失われた場合のデータの保全性を保証することである。こうしたRAID記憶システムは、N個のディスクの1個を、データ回復の際に使用されるパリティ・データの記憶に充当させる。媒体ストリーマ10のディスク記憶ノード16は、RAID式構造に構成されるが、パリティ・データは要求されない（ビデオ・データのコピーがテープ記憶から使用可能になるのだ）。

20 【0168】図21は、このデータ構成の重要な態様を示す。すなわち、各ビデオ・プレゼンテーションが、複数の使用可能なディスク・ドライブに渡り、データ・ブロックまたはセグメントに分離され、各ビデオ・プレゼンテーションが複数のコピーを要求すること無しに、複数のドライブから同時にアクセスされる。従って、概念的にはストライピングの1つであるが、その目的はデータ保全性または性能的な理由ではなく、同時並行性または帯域幅の理由による。このように媒体ストリーマ10は、ビデオ・プレゼンテーションをバイト・ブロックによるのではなく、再生セグメントによりストライプする。

30 【0169】図21に示されるように、ビデオ・データ・ファイル1はM個のセグメントに区分化され、4個のストライプに分割される。ストライプ1はビデオ・ファイル1のセグメント1、5、9などを含むファイルであり、ストライプ2はビデオ・ファイル1のセグメント2、6、10などを含むファイルであり、ストライプ3はビデオ・ファイル1のセグメント3、7、11などを含むファイルであり、ストライプ4はビデオ・ファイル1のセグメント4、8、12などを含むファイルであり、このようにして、ビデオ・ファイル1のM個の全てのセグメントが、4つのストライプ・ファイルのいずれかに含まれる。

40 【0170】上述のストライピング方法により、各個々のビデオのストライピングをカスタマイズすなわち個別化するために、次のように計算される。

50 【0171】最初に、ディスクから合理的な有効なデータ・レートを獲得するように、セグメント・サイズが選択される。しかしながら、これは待ち時間に逆効果を及ぼすほど大きくあってはならず、またメモリにバッファ



／キャッシュできるように、十分小さいことが必要である。好適なセグメント・サイズは256KBであり、128KB／秒乃至512KB／秒の範囲のデータ・レートのビデオ・プレゼンテーションにおいて一定である。ビデオ・データ・レートがより高い場合には、より大きなセグメント・サイズを使用することが好ましい。セグメント・サイズは、同一媒体上に記憶されるビデオ・プレゼンテーションの範囲における入出力オペレーションの基本単位に依存する。採用する原理は、約0.5秒乃至2秒のビデオ・データを含むセグメント・サイズを使用することである。

【0172】次に、ストライプ数すなわちビデオ・データが配布されるディスクの数が決定される。この数は要求される総データ・レートを支持するように、十分大きくなければならない、予想使用レートにもとづき、各ビデオ・プレゼンテーションに対応して個々に計算される。より詳しくは、各ディスクは、関連付けられる論理ボリュームを有する。各ビデオ・プレゼンテーションは、必要とされるストライプ数と同じ数の要素ファイルに分割される。各要素ファイルは、異なる論理ボリューム上に記憶される。例えば、ビデオ・データが1ストライプ当たり250KB／秒で配布されなければならない、30の同時ストリームが同一ビデオから例えば15秒間隔で開始してサポートされる場合、少なくとも7.5MB／秒の総データ・レートが獲得される。ディスク・ドライブが平均3MB／秒をサポートできる場合、少なくとも3つのストライプがビデオ・プレゼンテーションにおいて要求される。

【0173】ディスクからデータが読出される有効レートは、読出しオペレーションのサイズにより影響される。例えば、データがディスクから4KBブロックで読出される場合（ディスク上のランダム位置）、有効データ・レートは1MB／秒である。それに対して、データが256KBブロックで読出される場合、レートは3MB／秒である。しかしながら、データが非常に大きなブロックで読出される場合には、バッファとして要求されるメモリも増加し、読出されたデータを使用する待ち時間及び遅延も増加する。なぜなら、読出しオペレーションが、データがアクセスされる以前に完了しなければならないからである。データ転送のサイズを選択する上で、トレードオフが存在する。サイズは装置の特性及びメモリ構成にもとづき選択される。好適には、データ転送のサイズは、選択セグメント・サイズに等しい。所与のセグメント・サイズに対応して、装置からの有効データ・レートが決定される。例えば、特定のディスク・ドライブでは、256セグメント・サイズが、ディスク・ドライブの有効使用（有効データ・レート3MB／秒）とバッファ・サイズ（256KB）間の良好なバランスを提供する。

【0174】ストライピングが使用されない場合、支持

されるストリームの最大数は、ディスクの有効データ・レートにより制限される。例えば、有効データ・レートが3MB／秒で、ストリーム・データ・レートが200KB／秒の場合、15ストリームほどがディスクから供給されうる。例えば60ストリームの同一ビデオが必要とされる場合、データは4つのディスク上に複製される必要がある。しかしながら、本発明によるストライピングが使用される場合、4分の1の容量の4つのディスクが使用できる。15のストリームが4つの各ストライプから同時に再生され、合計60の同時ストリームが、ビデオ・データの単一のコピーから再生される。ストリームの開始時には、60ストリームに対する要求がストライプ間で等間隔になるようにスキューされる。ここでストリームが互いに接近して開始されると、入出力に対するニーズが、キャッシュされるビデオ・データを使用することにより低減されることを述べておく。

【0175】所与のビデオに対するストライプ数は、2つのファクタにより影響される。その第1は、任意の時点において、ビデオから供給されうるストリームの最大数であり、第2のファクタは、任意の時点で、そのビデオと同じディスク上に記憶される全てのビデオから供給されるべきストリームの総数である。

【0176】ビデオに対応するストライプ数 $s$ は次のように決定される。

【数2】 $s = \text{最大}(r \cdot n / d, r \cdot m / d)$

【0177】ここで、 $r$ はストリームが再生される名目データ・レート、 $n$ はこのビデオ・プレゼンテーションからの名目データ・レートの同時ストリームの最大数、 $d$ はディスクからの有効データ・レート（ディスクからの有効データ・レートはセグメント・サイズに影響される）、 $m$ はこのビデオ・プレゼンテーションの1部を含む全てのディスクからの名目データ・レートの同時ストリームの最大数、 $s$ はビデオ・プレゼンテーションのストライプ数である。

【0178】ビデオ・プレゼンテーションのデータがストライプされるディスクの数は、セットとして管理され、非常に大きな物理ディスクとして考えられる。ストライピングにより、ビデオ・ファイルは、システムの物理ファイル・システムが許容する最大ファイルのサイズ限界を越えることができる。ビデオ・データは一般に、常にセット内の全てのディスク上に、同量の記憶を要求する訳ではない。ディスクの使用を均等化するために、ビデオがストライプされるとき、ストライピングは最も多くの自由空間を有するディスクから開始される。

【0179】例えば、2Mビット／秒（250000バイト／秒）、すなわち $r = 250000$ バイト／秒で再生される必要のあるビデオ・プレゼンテーションの場合について考えてみよう。ここでこのビデオから、最大30の同時ストリームを配布する必要があると仮定する。すなわち、 $n = 30$ である。またこの例では、 $m$ も3

0、すなわち全てのディスクから配布されるストリームの総数も30とする。更に、データが250000バイトのセグメントにストライプされ、所与のセグメント・サイズ(250000バイト)に対応するディスクからの有効データ・レートが、3000000バイト/秒とする。従って、必要なストライプ数 $n$ は2.5( $=250000 \times 30 / 3000000$ )となり、切り上げられて3となる( $s = \text{上限}(r \times n / d)$ )。

【0180】このデータを含む全てのディスクからのストリームの最大数が、例えば45の場合、250000 \* 45 / 3000000すなわち3.75ストライプが必要となり、実際には切り上げられて4ストライプとなる。

【0181】ビデオを3つのストライプに分割することが、ビデオの単一のコピーから30のストリームを配布する要求に十分適合するとしても、そのビデオを含むディスクが他の内容を含み、そのビデオからサポートされるストリームの総数が45であれば、4つのディスク・ドライブが必要となる(ストライピング・レベル4)。

【0182】媒体ストリーマ10においてこのアルゴリズムが使用される様子を次に述べる。記憶装置(複数のディスク・ドライブ)が、ディスクのグループに分けられる。各グループは特定の容量、及び所与の数の同時ストリームを(所定のセグメント・サイズにもとづく1ディスク当たりの有効データ・レートで)配布する能力を有する。各グループのセグメント・サイズは一定である。異なるグループは異なるセグメント・サイズを選択しうる(従って、異なる有効データ・レートを有しうる)。ビデオ・プレゼンテーションがストライプされるとき、グループが次に述べる基準により、最初に選択される。

【0183】セグメント・サイズはビデオのデータ・レートと整合する。すなわち、ストリーム・データ・レートが250000バイト/秒の場合、セグメント・サイズは125KB乃至500KBの範囲である。次の基準は、グループ内のディスクの数が同時ストリームの最大数をサポートするのに十分であるように保証することである。すなわち、“ $r$ ”がストリーム・データ・レート、“ $n$ ”が同時ストリームの最大数、“ $d$ ”がグループ内のディスクの有効データ・レートとすると、必要ディスク数は $r \times n / d$ である。最後に、ディスク・グループ内の全てのビデオからサポートされる必要のある同時ストリームの合計が、その容量を越えないことである。すなわち、“ $m$ ”がグループの容量とすると、“ $m - n$ ”がグループ内に既に記憶されているビデオから同時に再生されうる全てのストリームの総数以上であるべきである。

【0184】計算は、ビデオ・データが媒体ストリーマ10にロードされるときに、制御ノード18において実行される。最も単純な場合では、全てのディスクが、記憶及びサポート可能なストリーム数の両方の点で、媒体

ストリーマ10の総容量を定義する単一のプール内に存在する。この場合には、所与の同時ストリーム数をサポートするために必要なディスク(またはストライプ)の数が、式 $m \times r / d$ から計算され、ここで $m$ はストリーム数、 $r$ はストリームのデータ・レート、 $d$ はディスクの有効データ・レートである。ストリームが異なるレートの場合には、上述の式の $m \times r$ は最大(全ての同時ストリームのデータ・レートの合計)により置換される。

【0185】データの書込みにこの技法を使用することにより、ビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現の複数のコピーを必要とすること無く、データを読み出し、多くのストリームを指定レートで配布することができる。複数のディスク・ボリュームに渡りデータをストライプすることにより、あるストリームの配布のためのファイルの1部の読み出しが、別のストリームの配布のためのそのファイルの別の部分の読み出しを妨害しない。

【0186】1. 媒体ストリーマ・データ転送及び変換プロシージャ

11. スイッチ18へのビデオ配布のための動的帯域幅割当て

従来、ビデオ・サーバは一般に、2つのプロファイルのいずれかに適合する。すなわち、低コストの(しかしながら低帯域幅の)ビデオ・サーバを生成するためにPC技術を用いるか、高帯域幅の(しかしながら高価な)ビデオ・サーバを生成するためにスーパー・コンピュータ技術を使用する。本発明の目的は、高コストのスーパー・コンピュータ技術を使用せずに、高帯域幅のビデオを配布することである。

【0187】低コストで高帯域幅を達成する1つのアプローチは、低待ち時間スイッチ(クロスバー回路スイッチ・マトリックス)12により、低コストのPCベースの“ノード”をビデオ・サーバに相互接続することである(図1参照)。媒体ストリーマ・アーキテクチャの重要な態様は、各記憶ノード16及び通信ノード14内で使用可能なビデオ・ストリーム帯域幅を効率的に使用することである。帯域幅はビデオ・データの特殊な性質(1回の書込み及び複数回の読み出し)と、低コストのスイッチ技術による動的で実時間の帯域幅割当て能力とを組み合わせることにより最大化される。

【0188】図22は、スイッチ・インタフェースと記憶ノードとの間の従来の論理接続を示す。スイッチ・インタフェースは全2重であり(すなわち情報が同時に双方向に送信される)、記憶ノードへ入力及び記憶ノードから出力されるビデオ(及び制御情報)の転送を可能にする。ビデオ内容は記憶ノードへ1回書込まれ、複数回読み出されるので、記憶ノードに対する帯域幅要求の大部分はスイッチに向かう方向を取るようになる。通常のスイッチ・インタフェースでは、記憶ノードの帯域幅の利用度は低い。なぜなら、書込み機能に充当される帯域幅の半分が稀にしか使用されないからである。

【0189】図23は、本発明によるスイッチ・インタフェースを示す。このインタフェースはノードの現要求に適合するように、その総帯域幅を実時間でスイッチ18にまたはスイッチ18から割当てる（図では1例として記憶ノード16が使用される）。通信ノード14は類似の要求を有するが、それらの帯域幅の大部分はスイッチ18から向かう方向となる。

【0190】動的割当ては、スイッチ12に対する適切なルーティング・ヘッダを用い、複数の物理スイッチ・インタフェースを1つの論理スイッチ・インタフェース18aにグループ化することにより達成される。（例えば読出しに対応する）ビデオ・データが次に2つの物理インタフェース間で分離される。これは上述のように、データを複数の記憶ユニットに渡りストライプすることにより可能になる。受信ノードはビデオ・データを単一の論理ストリームに再結合する。

【0191】例えば図22では、スイッチ・インタフェースが全2重2X MB/秒、すなわち各方向においてX MB/秒で規定される。しかしながら、ビデオ・データは通常、一方向にのみ送信される（記憶ノードからスイッチへ）。従って、たとえノードが2倍の能力（2X）を有するとしても、X MB/秒の帯域幅だけが記憶ノードから配布されることになる。図23のスイッチ・インタフェースは、2X MB/秒の帯域幅全部を、記憶ノードからスイッチへ送信されるビデオに動的に割当てる。その結果、ノードからの帯域幅が増加し、ビデオ・サーバからの帯域幅が高くなり、1ビデオ・ストリーム当たりのコストが低下する。

【0192】J. 通信アダプタによる等時性ビデオ・データの配布

デジタル・ビデオ・データは順次的で、連続的で、大容量であり、内容的に厳格ではないが時間的に厳格である。ビデオ・データのストリームは高ビット・レートで等時的に配布されなければならない、データ経路における全ての非本質的なオーバーヘッドが最小化されることを要求する。通常、受信ハードウェアはビデオ・セット・トップ・ボックスまたは他の好適なビデオ・データ・レシーバである。標準のシリアル通信プロトコルは、同期及びデータ検証のために、しばしばハードウェア・レベルにおいて、追加のデータ・ビット及びバイトをストリームに挿入する。レシーバが透過的にこの追加データを除去できないと、ビデオ・ストリームは腐敗してしまう。これらのビット及びバイトにより導入される追加のオーバーヘッドもまた、有効データ・レートを低下させ、ビデオ伸長エラー及び変換エラーを生成する。

【0193】標準の通信アダプタを介するビデオ・データ伝送において、ユーザへの等時的配布を保証するために、大部分の標準シリアル通信プロトコル属性を無効にすることが合意決定された。これを達成する方法は、使用される通信アダプタに依存して変わるが、その基本的

な概念について次に述べることにする。図24において、通信ノード14内のシリアル通信チップ200が、データ・フォーマット、並びにパリティ、スタート及びストップ・ビット、巡回冗長検査（CRC）コード及び同期バイトなどの保全情報を無効にし、アイドル文字の生成を禁止する。データ・ブロックのロードのためのバス・サイクルを可能にする一方で、一定（等時性）出力ビデオ・データ・ストリームを保証するために、入力FIFOバッファ202、204、206などが使用される。1000バイトのFIFOバッファ208が、CPU及びバス・ローディング論理を単純化する。

【0194】シリアル通信チップ200が初期同期（sync）バイト生成を禁止しないと、同期バイトの値は各データ・ブロックの第1バイトの値にプログラムされる（そして、データ・ブロック・ポインタが第2バイトに増分される）。バイト合わせも実時間で管理されなければならない。なぜなら、埋込みバイトが実際の圧縮ビデオ・データの1部でないと、これらがデータ・ストリームを壊す（corrupt）からである。

【0195】高品質レベルの圧縮ビデオ・データに要求される一定の高速シリアル・データ出力を達成するために、循環バッファまたは複数の大きなバッファ（例えば202、204、206）が使用されなければならない。これは、前回充填されたバッファからデータを出力しながら、入力バッファを充填するのに十分な時間を許容するために必要となる。バッファの詰め込みがビデオ・データ・ストリーム経路において早期に実行されないと、ビデオの終りの状態が非常に小さなバッファとなり、これが次のバッファ転送が完了する以前に出力されて、データのアンダーランを生じうることになる。このためには最低でも3つの大きな独立のバッファが必要となる。デュアル・モード・メモリ（読出し中に書込み可能）の循環バッファの使用も好適である。

【0196】J1. 圧縮MPEG-1、1+、またはMPEG-2デジタル・データ・フォーマットから、業界標準テレビジョン・フォーマット（NTSCまたはPAL）へのビデオ・イメージ及び映画の変換

上述のように、デジタル・ビデオ・データは、ディスクからバッファ・メモリに転送される。十分なデータがバッファ・メモリに存在すると、これはメモリから通信ノード14内のインタフェース・アダプタに転送される。使用されるインタフェースはSCSI 20MB/秒、高速/広帯域インタフェースまたはSSAシリアルSCSIインタフェースである。SCSIインタフェースは15アドレスを扱うように拡張され、SSAアーキテクチャは最大256アドレスをサポートする。他の好適なインタフェースには、RS422、V. 35、V. 36などが含まれる。

【0197】図25に示されるように、インタフェース

からのビデオ・データは、通信ノード14から通信バス210を介して、NTSCアダプタ212に渡され（図24も参照のこと）、ここでバッファリングされる。アダプタ212はデータを局所バッファ214から引き出す、ここにはバスの性能を最大化するために複数のデータ・ブロックが記憶される。アダプタ212の主要な目的は、メモリ214からMPEGチップ216、218、そしてNTSCチップ220、及びD/A222へのデータの等時的フローを維持することであり、それによりビデオ及び音声の配布に中断が生じないように保証する。

【0198】MPEG論理モジュール216、218は、デジタル（圧縮）ビデオ・データを要素レベルのビデオ及び音声に変換する。NTSCエンコーダ220は、信号をNTSCベースバンド・アナログ信号に変換する。MPEG音声デコーダ216は、デジタル音声をパラレル・デジタル・データに変換し、これが次にデジタル・アナログ変換器222を通過し、フィルタリングされて、左右の音声出力を生成する。

【0199】速度マッチング及び等時的配布問題に対する解決策は、システムの帯域幅の配布を最大化するだけでなく、最も少ない性能的制限を課すアプローチである。

【0200】通常、アプリケーション開発者は、プロセッサとディスク・ファイル、テープ・ファイル、光記憶ユニットなどの機械的記憶装置との間のデータの制御及び配布のために、SSA及びSCSIなどのバス構造を使用する。これらの両方のバスは、ビデオ・データの速度及び等時的配布を制御する手段が取られるならば、ビデオ・データの高帯域幅の配布に好適な属性を含む。

【0201】SCSIバスは、20MB/秒でのデータのバースト転送を許容するので、任意のビデオ信号がバッファ・メモリから特定のNTSCアダプタに転送される時間量を最小化する。アダプタ・カード212は大きなバッファ214を含み、これはデータをバス210からメモリに高いピーク・レートでバースト転送し、データをバッファ214からより低いレートで取り出し、MPEGデコーダ・チップ216、218に配布する性能を有する。バッファ214は更に小さなバッファにセグメント化され、ソフトウェア制御により、循環的に接続される複数のバッファとして機能するように接続される。

【0202】このことは、システムが可変ブロック・サイズのデータを別々のバッファに配布することを可能にし、再生シーケンスを制御する。このアプローチの利点は、ビデオ・データの要求に先立ち、ビデオ・データのブロックを非常に高い転送レートで配布する必要からソフトウェアを解放する。それにより媒体ストリーマ10は、動的なスループット要求により、多くのビデオ・ストリームを管理する能力を提供される。通信ノード内の

プロセッサが時間を有するとき、プロセッサは順番に再生される複数の大きなデータ・ブロックを配布することができる。これが実行されると、プロセッサは解放され、即時低速の連続等時性データを各ポートに配布する必要無しに、他のストリームを制御する。

【0203】デコーダ・システムのコスト有効性を更に改良するために、小さなFIFOメモリ224が、大きなデコーダ・バッファ214とMPEGデコーダ216、218との間に挿入される。FIFOメモリ224は、制御装置226がバッファ214からFIFO224に小データ・ブロック（通常は512バイト）を転送することを可能にし、FIFO224は次にこのデータをシリアル・ビット・ストリームに変換して、MPEGデコーダ216、218に配布する。音声及びビデオのデコーダ・チップ216、218は、それぞれの入力と同じシリアル・データ・ストリームから受取り、内部的に要求データを分離し復号化する。FIFOメモリ224の出力からのデータの伝送は、等時的または実質的に等時的に発生し、ユーザまたは利用者への中断の無いビデオ・プレゼンテーションの配布を保証する。

【0204】K. SCSI装置へのデジタル・ビデオの伝送

図26に示されるように、バッファ・メモリからの圧縮デジタル・ビデオ・データ及びコマンド・ストリームは、デバイス・レベルのソフトウェアによりSCSIコマンド及びデータ・ストリームに変換され、SCSIバス210を介して、SCSI I/O高速データ・レートでターゲット・アダプタ212に転送される。データは次にバッファリングされ、要求内容出力レートでMPEG論理に供給されて伸長され、アナログ・ビデオ及び音声データに変換される。データ・フローの速度を一定に維持し、適正なバッファ管理を保証するために、SCSIバス210を通じてフィードバックが提供される。

【0205】SCSI NTSC/PALアダプタ212は、標準のSCSIプロトコルのサブセットをサポートする高レベルのインタフェースをSCSIバス210に提供する。通常の動作モードではアダプタ212を開放して、データ（ビデオ及び音声）ストリームをそれに書込み、書込みの完了に際してのみアダプタ212を閉鎖する。アダプタ212は、通信ノード14及び記憶ノード16がデータ・ブロックを提供し続ける間に、そのバッファ・フルを維持するのに必要な速度でデータを引き出す。ここでデータ・ブロックは、バス・データ転送を最適化し、バス・オーバーヘッドを最小化するようにサイズ化される。

【0206】システム・パラメータは必要に応じて、モード選択SCSIコマンドにより、制御パケットを介して上書きされる。ビデオ/音声同期はアダプタ212内で実施され、外部制御は必要とされない。自動再同期化及び継続する音声/ビデオ出力により、エラーは最小化

される。

【0207】K1. SCSIレベルのコマンド記述  
SCSIビデオ出力アダプタの機能に適合するために、標準のコマンドと同様に、直接アクセス装置コマンドと逐次装置コマンドとの混合が使用される。全てのSCSIコマンドでは、有効ステータス・バイトがあらゆるコマンドの後に返却され、チェック状態が返却されると、センス・データ領域にエラー状態がロードされる。使用される標準SCSIコマンドには、RESET、INQUIRY、REQUEST SENSE、MODE SELECT、MODE SENSE、READ、WRITE、RESERVE、RELEASE、TEST UNIT READYが含まれる。

【0208】ビデオ・コマンド：ビデオ制御コマンドはユーザ・レベルのビデオ出力制御コマンドであり、上記リストされた標準コマンドの拡張である。これらは低レベル・オペレーティング・システムへの単純化されたユーザ・レベル・フロント・エンド、またはSCSIビデオ出力アダプタ212と直接インタフェースするSCSIコマンドを提供する。各コマンドはマイクロコードを用いて達成され、必要なビデオ装置機能をエミュレートし、無効な制御状態により生じるビデオ及び音声異常を回避する。単一のSCSIコマンドすなわちSCSI START/STOP UNITコマンドにより、ビデオ制御コマンドがターゲットSCSIビデオ出力アダプタ212に変換され、コマンドと共に、必要なパラメータが転送される。これによりユーザ・アプリケーション・インタフェース及びアダプタ・カード212のマイクロコードの両方が単純化される。次に示すコマンドが使用される。

【0209】Stop (SCSI START/STOP 1 - parameter = mode)

MPEGチップ・セット(216、218)へのデータ入力が停止され、音声が無声化され、ビデオがブランキングされる。パラメータ・フィールドは停止モードを選択する。通常モードでは、バッファ及び位置ポインタが現状を維持し、従って、再生はビデオ・ストリームの同じ位置から継続する。第2のモード(映画の終了またはアボート)では、バッファ・ポインタは次のバッファの開始にセットされ、現バッファを解放する。第3のモードも映画の終了状態に対応するが、データ・バッファが空になるまで、停止(無声化及びブランキング)が遅延される。第4のモードは特定のMPEGデコーダと一緒に使用され、音声の遅延停止を提供するが、フレームについては、データが尽きたときの最後の有効フレームでフリーズ(freeze)する。これらのそれぞれの場合において、ビデオ・アダプタ212のマイクロコードが停止ポイントを決定し、ビデオ及び音声出力が適切な境界上で停止され、明確な再スタートを可能にする。

【0210】Pause (SCSI START/STOP 2 - no parameters)

MPEGチップ・セット(216、218)へのデータ入力が停止され、音声が無声化され、ビデオがブランキ

ングされる。MPEGビデオ・チップ・セット(216、218)が、最後の良好なフレームをフリーズする。これはビデオ・チューブのバーンイン(burn-in)を回避するために制限される。Stopコマンドは好適には制御ノード18により発行されるが、コマンドが5分以内に受信されない場合には、ビデオ出力は自動的にblankとなる。アダプタ212のマイクロコードはバッファ位置及びデコーダ状態を維持し、再生への円滑な遷移を可能にする。

10 【0211】Blank-Mute (SCSI START/STOP 3 - parameter = mode)

このコマンドは、音声出力に影響すること無くビデオ出力をブランキングするか、ビデオ出力に影響すること無く音声出力を無声化するか、或いはそれらの両方を実行する。無声化及びブランキングの両者は、モード・パラメータを用いる単一のコマンドによりオフされ、円滑な遷移及びコマンドのオーバーヘッドの低減を可能にする。これらのことが伸長及びアナログへの変換後に、ハードウェア制御によりビデオ・アダプタ212上において実行され、確実に円滑な遷移を保証する。

20 【0212】Slow Play (SCSI START/STOP 4 - parameter = rate)

このコマンドは、MPEGチップ・セット(216、218)へのデータ入力レートを低速化し、フレームを断続的にフリーズさせ、VCR上での低速再生機能をシミュレートする。デジタル・エラー・ノイズを回避するために音声が無声化される。パラメータ・フィールドは、相対速度を0乃至100に指定する。別の例では、デコーダ・チップ・セット(216、218)のエラー処理を禁止し、デコーダ・チップ・セットへのデータ・クロッキング速度を、所望の再生速度に変更する。これはビデオ・アダプタのクロック・アーキテクチャの柔軟性に依存する。

30 【0213】Play (SCSI START/STOP 5 - parameter = buffer)

このコマンドはMPEGチップ・セット(216、218)へのデータ供給プロセスを開始し、音声及びビデオ出力を可能にする。再生シーケンスを開始するバッファを決定するバッファ選択番号が渡され、ゼロ値は現再生バッファが使用されるべきことを示す(通常のエレクション)。非ゼロ値は、アダプタ212が停止モードの場合にのみ受諾され、休止モードでは、バッファ選択パラメータは無視され、再生が現バッファ選択及び位置により再開される。

40 【0214】再生中、制御装置226がバッファを順次回転させ、MPEGチップ・セット(216、218)への安定なデータ・ストリームを維持する。データはバッファのアドレス0から開始して、Nバイトが読出されるまで、適切なレートでMPEGバスに読出され、次に制御装置226が次のバッファに切り替え、データの読

出しを継続する。アダプタ・バス及びマイクロコードが、アダプタ・バッファ214へのSCSI高速データ転送、並びにMPEG伸長チップ(216、218)にデータを供給する出力FIFO224へのデータの安定ローディングの両方に対応する、十分な帯域幅を提供する。

【0215】Fast Forward (SCSI START/STOP 6 - parameter = rate)

このコマンドは、VCRの高速先送りをエミュレートするようにデータを走査する。レート・パラメータにより決定される2つの動作モードが存在する。レート0は、ビデオ及び音声それぞれブランキング及び無声化される高速先送りを意味し、バッファはフラッシュ(flush)され、データがビデオ・ストリームの順方向の新たな位置から受信されると再生が暗黙的に実行される。1乃至10の整数値は、入力ストリームが先送りされるレートを示す。ビデオは指定の平均データ・レートを達成するために、データ・ブロックをスキップしてサンプリングされる。アダプタ212はほぼ通常のレートでデータの1部を再生し、前方へ飛び越した後、次の部分を再生し、高速先送り動作をエミュレートする。

【0216】Rewind (SCSI START/STOP 7 - parameter = buffer)

このコマンドは、VCRの巻戻しをエミュレートするように、データを後方走査する。レート・パラメータにより決定される2つの動作モードが存在する。レート0は、ビデオ及び音声それぞれブランキング及び無声化される高速巻戻しを意味し、バッファはフラッシュされ、データがビデオ・ストリームの逆方向の新たな位置から受信されると、再生が暗黙的に実行される。1乃至10の整数値は、入力ストリームが巻戻されるレートを示す。ビデオは指定の平均データ・レートを達成するために、データ・ブロックをスキップしてサンプリングされる。巻戻しデータ・ストリームは、ビデオ・ストリームの順次的に早い位置からサンプリングされる小さなデータ・ブロックを組み合わせることにより生成される。アダプタ・カード212は、遷移及び同期を円滑に処理して通常のレートで再生し、次のサンプル部分にスキップして戻ることにより、巻戻し走査をエミュレートする。

【0217】K2. バッファ管理

デジタル・ビデオ・サーバは多くの並行出力装置にデータを提供するが、デジタル・ビデオ・データ伸長及び変換は、一定のデータ・ストリームを要求する。データのバッファリング技法が、SCSIデータ・バースト・モード伝送を利用するために使用され、データのアンダーランまたはバッファのオーバーランを回避する一方、媒体ストリーマ10が最小の介入により、データを多くのストリームに送信することを可能にする。SCSIビデオ・アダプタ・カード212(図25、26参照)は、SCSIバースト・モード・データ転送プロセスを完全に

使用可能にするビデオ・データ用の大きなバッファ214を含む。一般的な構成は768Kの1つのバッファ214であり、局所論理により循環回路バッファとして処理される。循環バッファは、可変データ・ブロック・サイズを動的に処理する場合に固定長バッファよりも好適である。後者は、デジタル・ビデオ・データを転送するときの記憶オーバーヘッド及び管理オーバーヘッドの両方の点で、非効率的である。

【0218】ビデオ・アダプタ・カード212のマイクロコードは、複数のバッファ・ポインタをサポートし、データの現在の長さ及び先頭の他に、データの最後の先頭を保持する。このことは必要に応じて、失敗伝送を上書きする再試行を可能にしたり、ポインタを現バッファ内のバイト位置に配置することを可能にする。データ・ブロック長は、デコード・チップ・セット(216、218)への有効データの転送を保証するように、送信時と同じに維持される(たとえ中間論理によりロング・ワード構成が使用されるとしても、バイトまたはワード特有である)。このアプローチは、データ・バッファの柔軟な制御を維持しながら、安定状態動作のオーバーヘッドを最小化する。

【0219】K2. 1. バッファ選択及び位置

複数のバッファ・セットが要求される場合、全てのバッファ関連オペレーションにおいて、複数のポインタが使用可能である。例えば、第1のセットは再生バッファ及びそのバッファ内の現在位置を選択するために使用され、第2のセットはデータ・プリロード・オペレーションに対応して、書込みバッファ及びそのバッファ内の位置(通常は0)を選択するために使用される。受信される各データ・ブロックに対応して、現在長及び最大長が保持される。なぜなら、可変長データ・ブロックもサポートされるからである。

【0220】K2. 2. 自動モード

バッファ・オペレーションはビデオ・アダプタの制御装置226により管理され、Nバイトのデータが次の使用可能なバッファ空間のアドレス0から配置される。制御装置226は、各バッファ内のデータ長及びそのデータが再生されたかどうかを追跡する。十分なバッファ空間が解放されていると、アダプタ・カードは次のWRITEコマンドを受諾し、データをそのバッファにDMA転送する。完全なデータ・ブロックを受入れるのに十分なバッファ空間が解放されていないと(典型的には低速再生(Slow Play)または休止状態)、WRITEコマンドは受諾されず、バッファ・フル復帰コードが返却される。

【0221】K2. 3. マニュアル・モード

LOCATEコマンドは、各バッファ・アクセス・コマンド(WRITE、ERASEなど)に対応して、現書込みバッファ及びそのバッファ内の位置(通常は0)を選択するために使用される。バッファ位置は、成功裡に伝送された最後のデータ・ブロックのデータの開始に関連付けられる。

これは好適にはビデオ・ストリーム遷移管理のために実行され、システム内のコマンド・オーバーヘッドを最小化するために、自動モードができる限り早く再活動化される。

#### 【0222】K2. 4. エラー管理

デジタル・ビデオ・データ転送は、データ処理アプリケーションにおいて、通常、SCSIを使用するランダム・データ・アクセスの場合とは異なるエラー管理要求を有する。少量のデータ損失は伝送の中断に比較して重要ではなく、従来の再試行及びデータ検証方法が変更または使用禁止にされる。通常のSCSIエラー処理プロシージャでは、ステータス・フェーズの間の各コマンドの完了時に、ステータス・バイトが戻される。ステータス・バイトは、ターゲットSCSIチップ227がコマンドを受諾できないと、良好(00)状態またはビジー(08h)を示し、エラーが発生すると、チェック状態(02h)を示す。

#### 【0223】K2. 5. エラー回復

SCSIビデオ・アダプタ212の制御装置226は、チェック状態応答の際に、要求センス・コマンドを自動的に生成し、エラー及びステータス情報をロードし、回復プロシージャが可能かどうかを決定する。通常の回復プロシージャはエラー状態をクリアし、破壊されたデータを廃棄し、できるだけ早く通常の再生を再開する。最悪の場合、アダプタ212はリセットされ、再生以前に再ロードされたデータが再開せらる。エラー状態は記録され、次の問い合わせ(INQUIRY)または要求センス(REQUEST SENSE)SCSIオペレーションにおいて、ホスト・システムに報告される。

#### 【0224】K2. 6. 自動再試行

バッファ・フルまたは装置ビジー状態では、再試行がストリーム・データ・レートに依存して、最高X回自動的に実行される。これは次のデータ・バッファが到来した時点にのみ許可される。その時点で、その状態が予想できない場合には(例えば休止または低速再生モードでないのにバッファ・フルである)、エラーが記憶され、ビデオ再生を回復し継続するためには、装置リセットまたはクリアが必要となりうる。

【0225】これまで主にビデオ・プレゼンテーションをユーザに配布する内容について述べてきたが、双方向ビデオ・アダプタを使用することにより、ビデオ・プレゼンテーションを受信し、それをデータ表現としてデジタル化し、データ表現をバス210を介して通信ノード14に伝送し、低待ち時間スイッチ18を介して、制御ノード18により指定される記憶ノード16、17に記憶することが可能であることが理解されよう。

【0226】上述の説明は本発明の単なる1実施例に過ぎず、当業者には、本発明の範囲を逸脱すること無く、様々な代替例及び変更が考案されよう。従って、本発明はこうした全ての代替例及び変更を含むものである。

【0227】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0228】(1) 少なくとも1つの制御ノードと、前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、各々が前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に接続され、前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートと、外部インタフェースとを相互接続する回路スイッチと、を含む媒体ストリーマであって、前記ユーザ・インタフェースが、前記少なくとも1つの記憶ノードに記憶されるビデオ・プレゼンテーションの識別を指定する手段を含み、前記少なくとも1つの制御ノードが、前記指定ビデオ・プレゼンテーションにตอบสนองして、前記媒体ストリーマの外部の記憶手段から前記外部インタフェース及び前記回路スイッチを介して、前記指定ビデオ・プレゼンテーションの対応するデジタル表現を入力し、該入力デジタル表現を、前記指定された識別に関連付けられる前記少なくとも1つの記憶ノードに記憶する、媒体ストリーマ。

(2) 少なくとも1つの制御ノードと、前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも1つの記憶ノードと、各々が前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に接続され、前記少なくとも1つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも1つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートと、外部インタフェースとを相互接続する回路スイッチと、を含む媒体ストリーマであって、前記ユーザ・インタフェースが、前記少なくとも1つの記憶ノードから出力されるビデオ・プレゼンテーションの識別を指定する手段を含み、前記少なくとも1つの制御ノードが、前記指定ビデオ・プレゼンテーションにตอบสนองして、前記少なくとも1つの記憶ノードにアクセスし、該指定ビデオ・プレゼンテーションの対応するデジタル表現を読み出し、該対応デジタル表現を前記回路スイッチ及び前記外部インタフェースを介して、前記媒体ストリーマの外部の記憶手段に出力する、媒体ストリーマ。

(3) 少なくとも1つの制御ノードと、前記少なくとも1つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・イ

ンタフェースと、少なくとも 1 つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも 1 つの記憶ノードであって、前記ビデオ・プレゼンテーションがそれを完全に表示するのに時間 T を要し、各々が該ビデオ・プレゼンテーションの  $T/N$  期間に相当するデータを記憶する複数の N データ・ブロックとして記憶される、前記記憶ノードと、各々が前記記憶ノードから前記少なくとも 1 つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも 1 つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートとの間に接続され、1 つ以上の前記入力ポートを前記少なくとも 1 つの記憶ノードに接続し、該記憶ノードに記憶されるデジタル表現を 1 つ以上の前記出力ポートに出現させることを可能にする、回路スイッチと、を含む媒体ストリーマであって、前記ユーザ・インタフェースが実行コマンドを指定する手段を含み、前記少なくとも 1 つの制御ノードが個々の前記コマンドにตอบสนองして、前記回路スイッチとの協働により、前記少なくとも 1 つの記憶ノードの少なくとも 1 つ、及び前記複数の通信ノードの少なくとも 1 つを制御し、当該コマンドに関連する機能を実行する、媒体ストリーマ。

(4) 前記コマンドが、ロード・コマンド、取出しコマンド、再生コマンド、低速コマンド、高速先送りコマンド、休止コマンド、停止コマンド、巻戻しコマンド、及び無声コマンドを含むグループから選択されるビデオ・カセット・レコーダ式コマンドである、前記 (3) 記載の媒体ストリーマ。

(5) 前記コマンドが、再生リスト・コマンド及び再生長コマンドを含むグループから選択されるコマンドを含む、前記 (3) 記載の媒体ストリーマ。

(6) 前記少なくとも 1 つの制御ノードが、前記再生リスト・コマンドにตอบสนองして、前記通信ノードの 1 つのユーザ指定出力ポートから、ユーザ指定順序で出力されるユーザ指定ビデオ・プレゼンテーションのリストを生成する、前記 (5) 記載の媒体ストリーマ。

(7) 前記少なくとも 1 つの制御ノードが、前記再生長コマンドにตอบสนองして、ユーザ指定ビデオ・プレゼンテーションをユーザ指定出力ポートからユーザ指定期間出力する、前記 (5) 記載の媒体ストリーマ。

(8) 少なくとも 1 つの制御ノードと、前記少なくとも 1 つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも 1 つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも 1 つの記憶ノードと、各々が前記記憶ノードから前記少なくとも 1 つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デ

ジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも 1 つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートとの間に接続され、1 つ以上の前記入力ポートを前記少なくとも 1 つの記憶ノードに接続し、該記憶ノードに記憶されるデジタル表現を 1 つ以上の前記出力ポートに出現させることを可能にする、回路スイッチと、を含む媒体ストリーマであって、前記ユーザ・インタフェースが実行コマンドを指定する手段を含み、前記少なくとも 1 つの制御ノードが個々の前記コマンドにตอบสนองして、前記回路スイッチとの協働により、前記少なくとも 1 つの記憶ノードの少なくとも 1 つ、及び前記複数の通信ノードの少なくとも 1 つを制御し、当該コマンドに関連する機能を実行し、特定の前記コマンドがビデオ・カセット・レコーダ式コマンドであり、別の前記コマンドがバッチ・コマンドであり、前記少なくとも 1 つの制御ノードが前記バッチ・コマンドにตอบสนองして、少なくとも 2 つ以上の前記ビデオ・カセット・レコーダ式コマンドを含むユーザ指定記憶リストをアクセスし、ユーザからの指示により、前記アクセスされた記憶リストに含まれる全てのコマンドを順次実行する、媒体ストリーマ。

(9) 少なくとも 1 つの制御ノードと、前記少なくとも 1 つの制御ノードに接続される出力を有するユーザ・インタフェースと、少なくとも 1 つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を記憶する少なくとも 1 つの記憶ノードと、各々が前記少なくとも 1 つの記憶ノードの出力に接続され、前記少なくとも 1 つのビデオ・プレゼンテーションのデジタル表現を受信する入力ポートを有する複数の通信ノードであって、前記複数の各通信ノードが、各々がデジタル表現を該デジタル表現の利用者に出力する複数の出力ポートを有する、前記通信ノードと、前記少なくとも 1 つの記憶ノードと、前記複数の通信ノードの前記入力ポートと、外部インタフェースとを相互接続する回路スイッチと、遠隔プロシージャ呼出し (R P C) プロシージャを含み、前記ユーザ・インタフェースを介して、ユーザ・アプリケーション・プログラムを前記少なくとも 1 つの制御ノードに接続する同期アプリケーション・プログラム・インタフェース (A P I) と、を含む媒体ストリーマであって、前記少なくとも 1 つの制御ノードが R P C プロシージャにตอบสนองして、該プロシージャを実行し、前記回路スイッチと協働して、前記少なくとも 1 つの記憶ノードの少なくとも 1 つ、及び前記複数の記憶ノードの少なくとも 1 つを制御し、個々の前記プロシージャに関連する少なくとも 1 つの機能を実行し、所与の前記プロシージャに対応して、該プロシージャの実行の完了を示す終了コードを返却する、媒体ストリーマ。

【0229】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、コンピュータ業界の従来のインタフェースにより、マル

10

20

30

40

50



チメディア環境における等時的データ・ストリーム転送を可能にする“ビデオ・フレンドリ”なコンピュータ・サブシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を組込んだ媒体ストリーマのブロック図である。

【図 2】図 1 の回路スイッチの詳細を示すブロック図である。

【図 3】図 1 のテープ記憶ノードの詳細を示すブロック図である。

【図 4】図 1 のディスク記憶ノードの詳細を示すブロック図である。

【図 5】図 1 の通信ノードの詳細を示すブロック図である。

【図 6】高優先順位で実行されるビデオ・ストリーム出力制御コマンドのリストと、低優先順位で実行されるデータ管理コマンドのリストである。

【図 7】通信ノードのデータ・フローを示すブロック図である。

【図 8】ディスク記憶ノードのデータ・フローを示すブロック図である。

【図 9】接続を可能にする制御メッセージ・フローを示す図である。

【図 10】再生を可能にする制御メッセージ・フローを示す図である。

【図 11】媒体ストリーマとクライアント制御システムとの間に存在するインタフェースを示す図である。

【図 12】媒体ストリーマを動作するために使用される複数の“ソフト”・キーを示す表示パネルを示す図である。

【図 13】図 12 の LOAD ソフト・キーの選択時に表示される LOAD 選択パネルを示す図である。

【図 14】図 12 の バッチ・キーの選択時に表示される バッチ選択パネルを示す図である。

【図 15】クライアント制御システムと媒体ストリーマの間に存在する複数のクライアント／サーバ関係を示す図である。

【図 16】ビデオ・データをアクセスし、それを 1 つ以上の出力ポートに供給する従来技術を示す図である。

【図 17】複数のビデオ・ポートが、通信ノード・キャッシュ・メモリに含まれる単一のビデオ・セグメントをアクセスする様子を示すブロック図である。

【図 18】複数のビデオ・ポートが、ディスク記憶ノード上のキャッシュ・メモリに含まれるビデオ・セグメントを直接アクセスする様子を示す図である。

【図 19】本発明により使用されるメモリ割当て機構を示す図である。

【図 20】ビデオ 1 に対応するセグメント化論理ファイルを示す図である。

【図 21】ビデオ 1 の様々なセグメントが複数のディス

ク・ドライブに渡りストライプされる様子を示す図である。

【図 22】記憶ノードとクロス・バー・スイッチとの間の従来のスイッチ・インタフェースを示す図である。

【図 23】記憶ノードに対応して拡張出力帯域幅を提供するように、図 22 に示される従来のスイッチ・インタフェースが変更される様子を示す図である。

【図 24】ビデオ出力バスへの一定ビデオ出力を保証するプロシーダを示すブロック図である。

10 【図 25】デジタル・ビデオ・データをアナログ・ビデオ・データに変換するために使用されるビデオ・アダプタのブロック図である。

【図 26】図 25 のビデオ・アダプタ・カードの制御のために SCSI バス・コマンドの使用を可能にする制御モジュールのブロック図である。

【符号の説明】

2、3、4 ストライプ

10 ビデオ最適化ストリーム・サーバ・システム（媒体ストリーマ）

12 低待ち時間スイッチ

14 通信ノード

15 ビデオ・ポート

16、17 記憶ノード

18 制御ノード

20 クロスバー・スイッチ・カード

24 制御装置インタフェース

26 テープ・ライブラリ

28 インタフェース

30 内部システム・メモリ

30 32 DMA データ転送パス

34、54 PC

36 ソフトウェア

38、50 バッファ・モジュール

44 内部 PC

45 ディスク

46、48、56、58 ソフトウェア・モジュール

52 通信インタフェース

60 入力

62 自動制御装置

40 64 システム制御装置

65 ユーザ制御セット・トップ・ボックス

66 表示機構

100、110 入力スレッド

104、114 スケジュール機能

102、112 出力スレッド

106 要求キュー

108 入力キュー

116 メッセージ・スレッド

130 バッチ・ボタン

132 インポート／エクスポート・ボタン

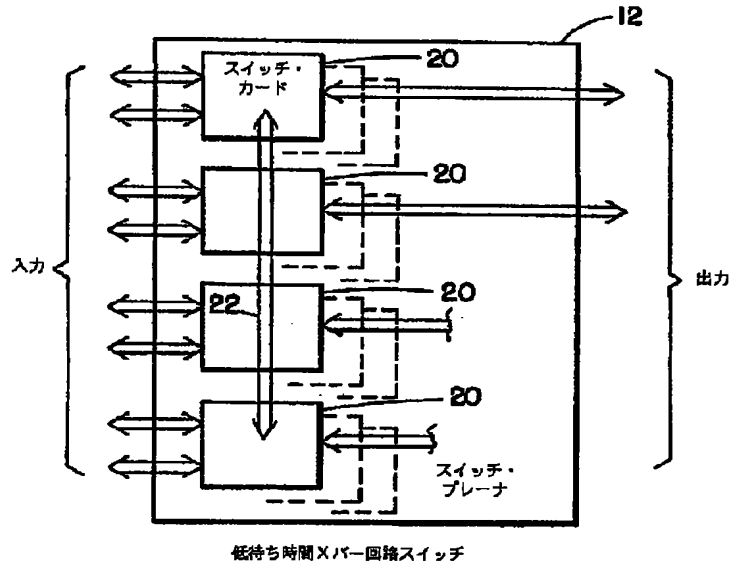
63

134 "ロード"・ソフト・ボタン  
 136 "ファイル"・ボックス  
 138、150 "ファイル名"ボックス  
 140 "追加"ボタン  
 142 "再生リスト"・ボックス  
 144 "実行"ボタン  
 146 "ディレクトリ"・ボックス  
 160、162 ディスク・ファイル  
 166 ファイル・システム  
 168 媒体サーバ  
 170 ビデオ・ドライバ  
 172、174 ビデオ・アダプタ・ポート  
 180、182 ディスク記憶ノード  
 186 通信ノード

64

\* 190、192 ディスク・ドライブ  
 194、196 ビデオ・ポート  
 198 ディスク・キャッシュ・バッファ  
 200 シリアル通信チップ  
 202、204、206 入力FIFOバッファ  
 208 FIFOバッファ  
 210 SCSIバス  
 212 NTSCアダプタ  
 214 局所バッファ  
 10 216、218 MPEGチップ（論理モジュール）  
 220 NTSCエンコーダ  
 222 D/A変換器  
 224 FIFOメモリ  
 \* 226 制御装置

【図2】



【図6】

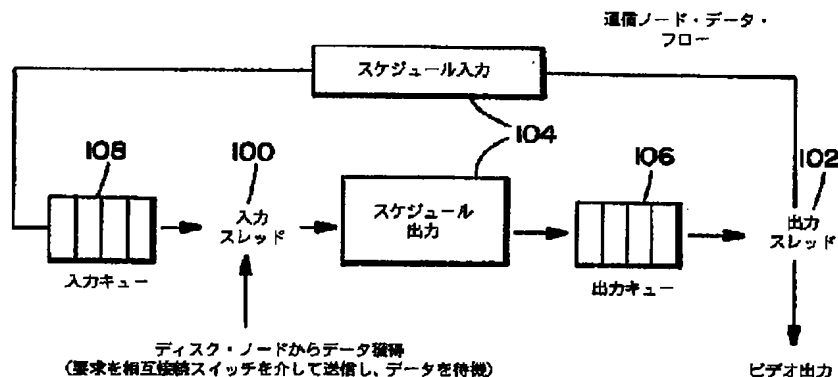
ストリーム制御コマンド（高優先実行）

VS-CONNECT  
 VS-PLAY  
 VS-RECORD  
 VS-SEEK  
 VS-PAUSE  
 VS-STOP  
 VS-DISCONNECT  
 VS-CONNECT\_LIST  
 VS-PLAY\_AT\_SIGNAL  
 VS-RECORD\_AT\_SIGNAL

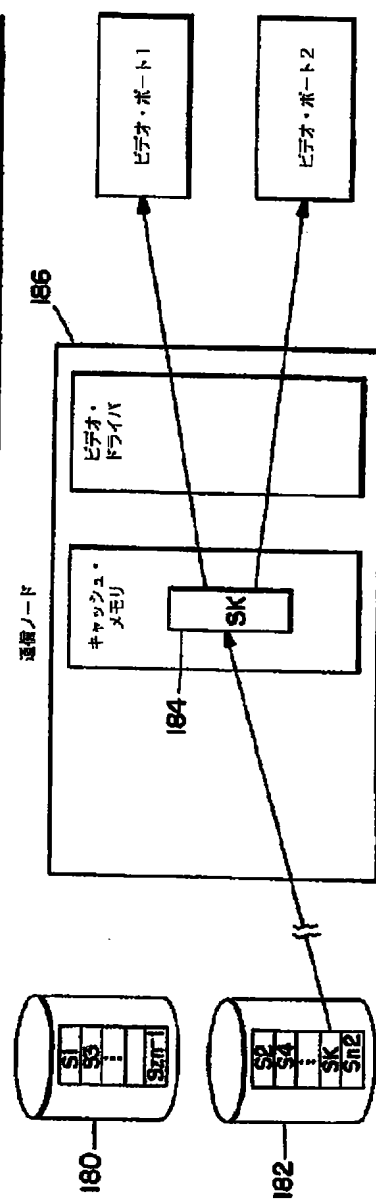
データ管理コマンド（低優先実行）

VS-CREATE  
 VS-OPEN  
 VS-READ  
 VS-WRITE  
 VS-GET\_POSITION  
 VS-SET\_POSITION  
 VS-CLOSE  
 VS-RENAME  
 VS-DELETE  
 VS-GET\_ATTRIBUTES  
 VS-GET\_NAMES  
 VS-DUMP  
 VS-RESTORE  
 VS-SEND  
 VS-RECEIVE  
 VS-RECEIVE\_AND\_PLAY

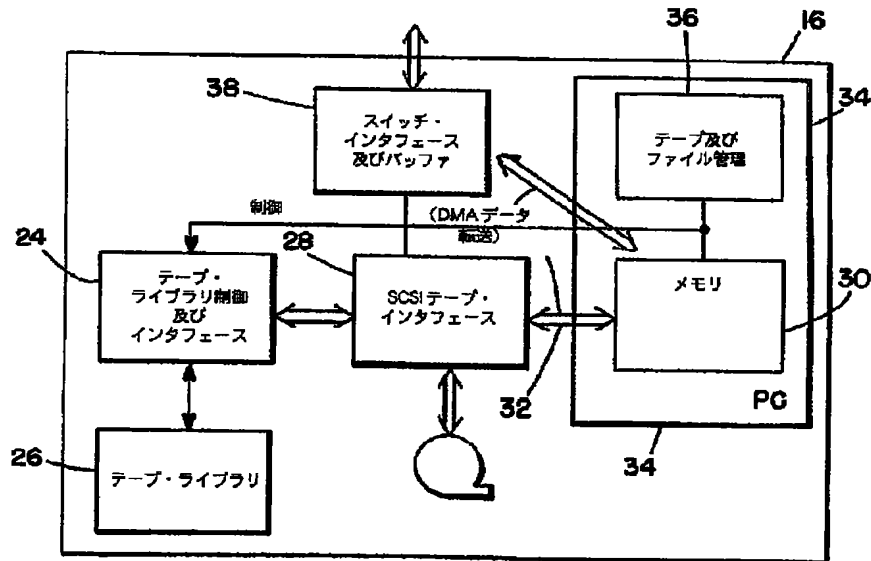
【図7】



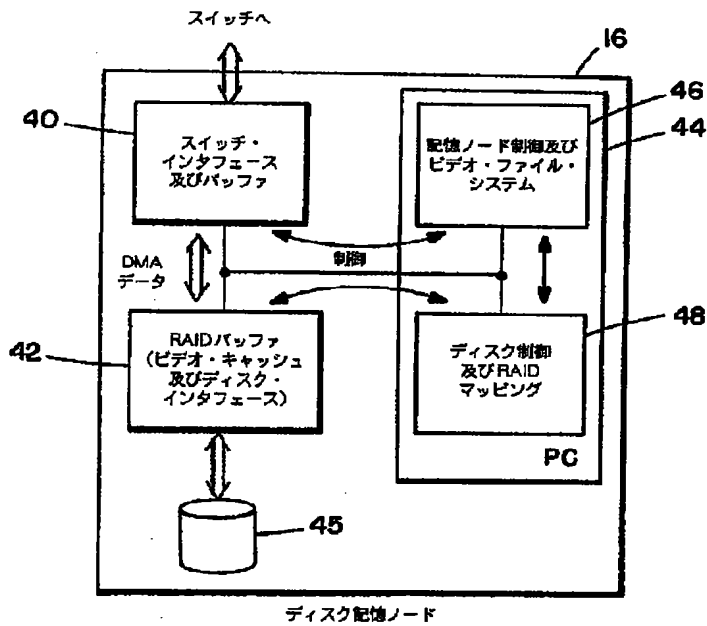
【图 17】



【図3】

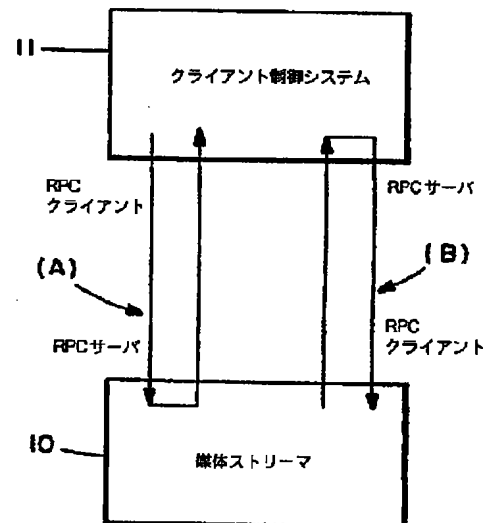


【図4】

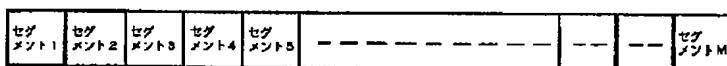


ディスク記憶ノード

【図15】

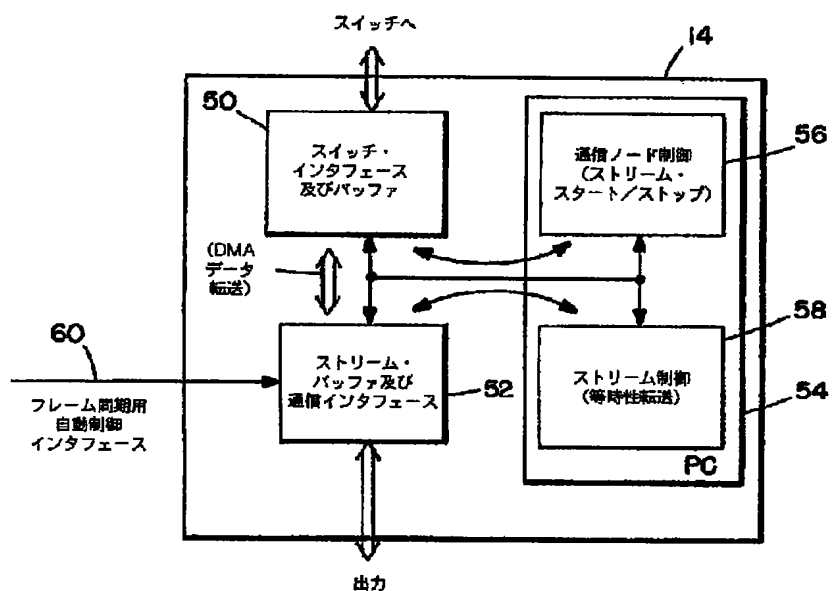


【図20】

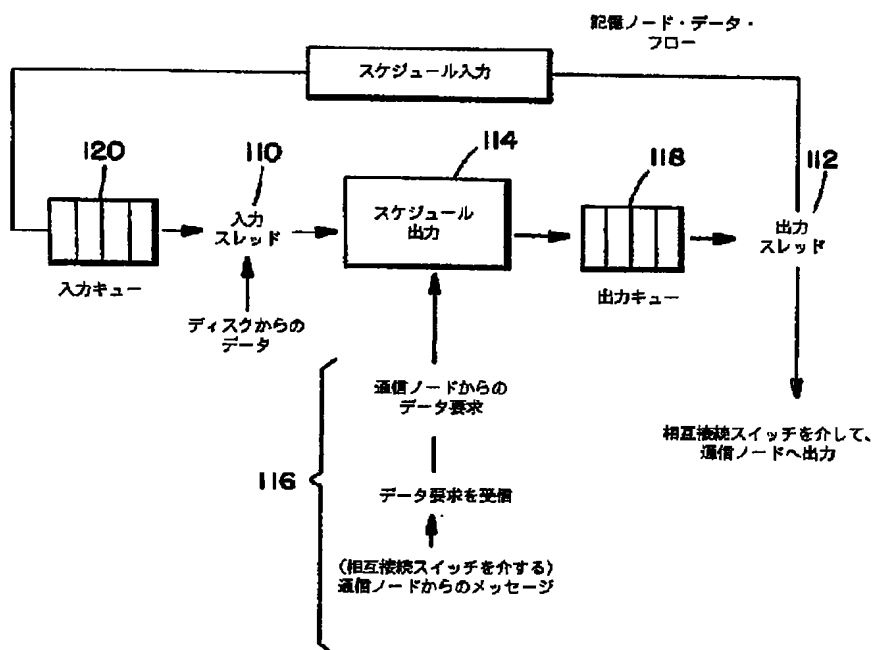


ビデオ1のセグメント化暗号ファイル

【図5】

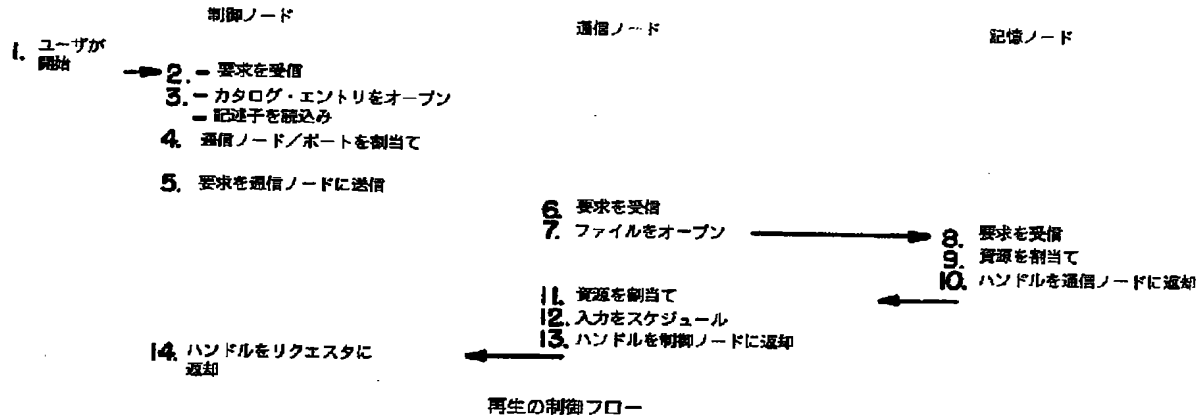


【図8】

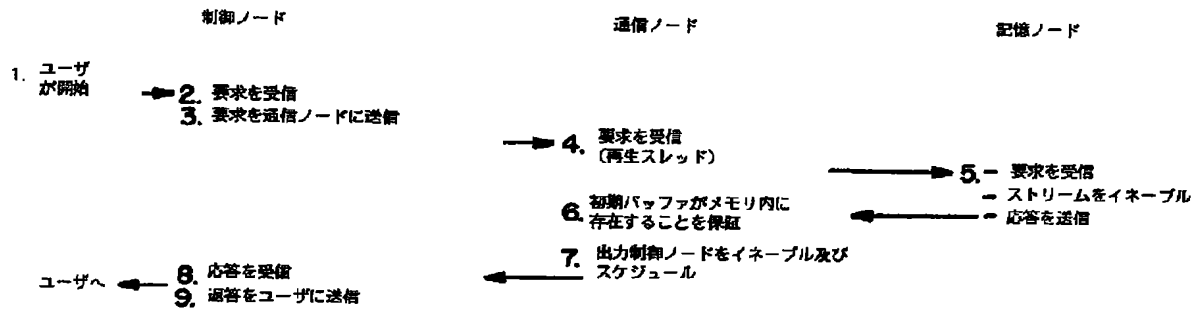


【図 9】

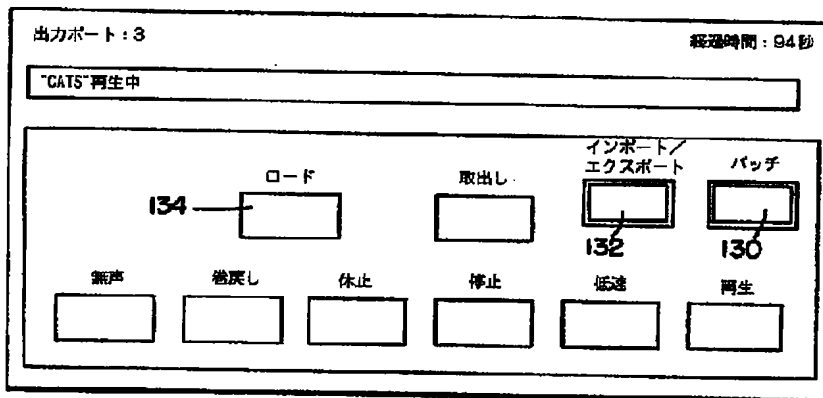
## 接続の制御フロー



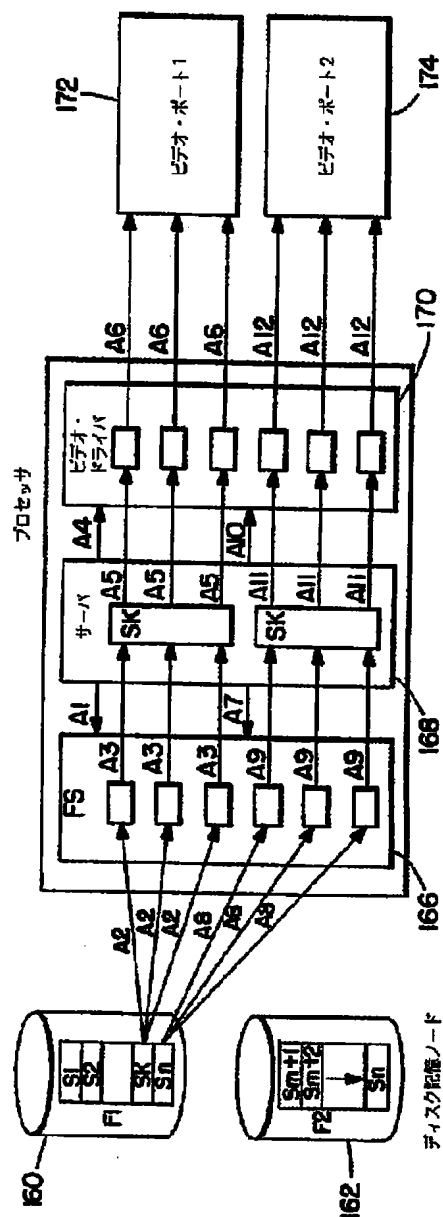
【図 10】



【図 12】



【図 16】



【図13】

ロード選択

ファイル名 :  136

時間制限 :

ディレクトリ : C:\VIDEOS

ファイル 136

CATS  
BPP  
BANKS

ディレクトリ

C:\VIDEOS  
[A]:  
[C]:

再生リスト 142

BPP : 15  
BANKS : 20

追加 140

終了

取消し

【図14】

バッチ選択

ファイル名 :  150

ディレクトリ : C:\BATCH CMD

ファイル 148

BATCH 1  
BATCH 2  
UPDATE

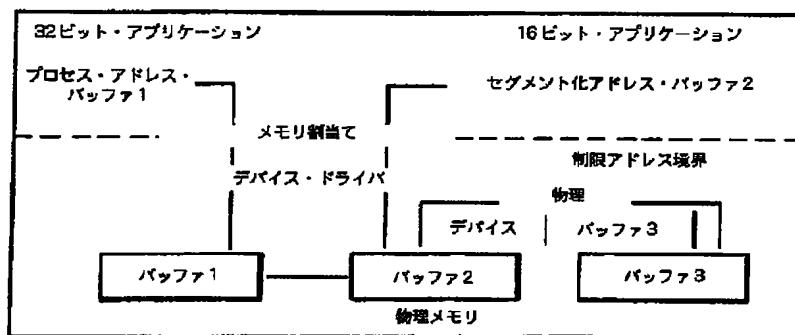
ディレクトリ 146

C:\BATCH CMD  
[A]:  
[C]:

実行 144

取消し

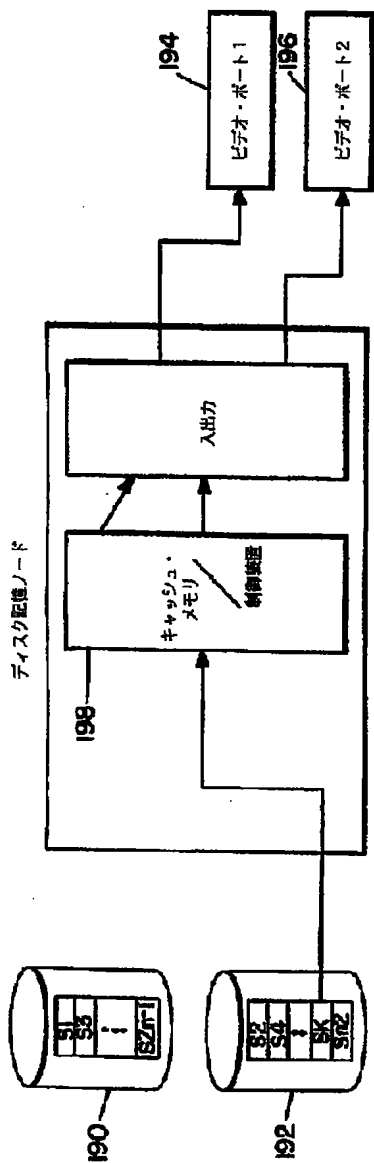
【図19】



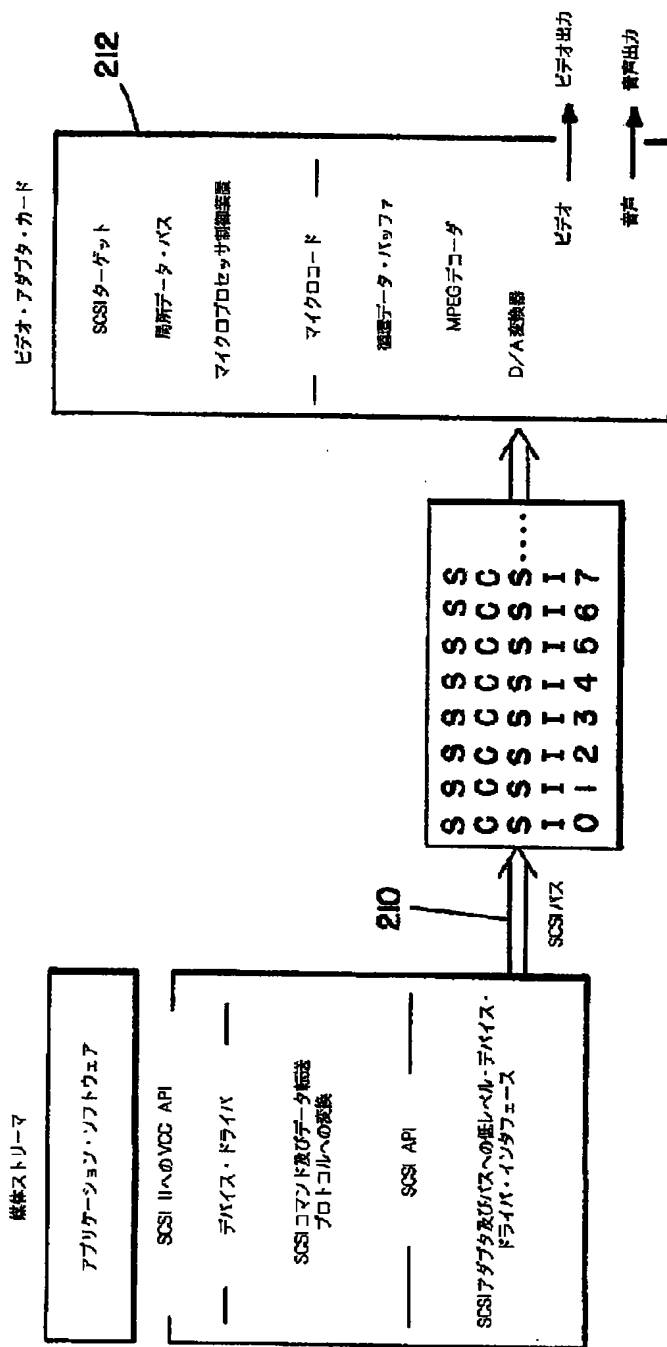
メモリ割当て機構のアプリケーション例



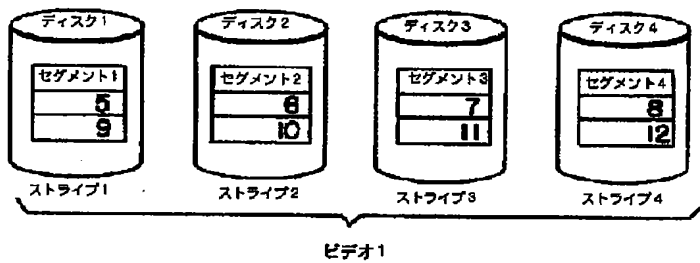
【図18】



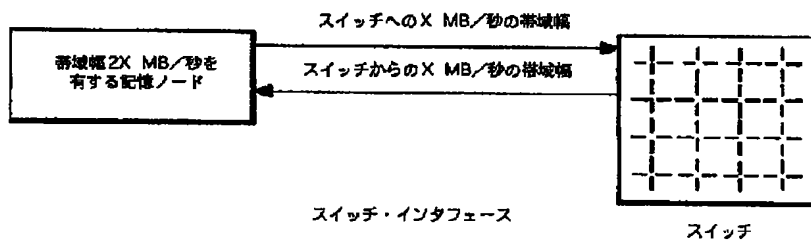
【図26】



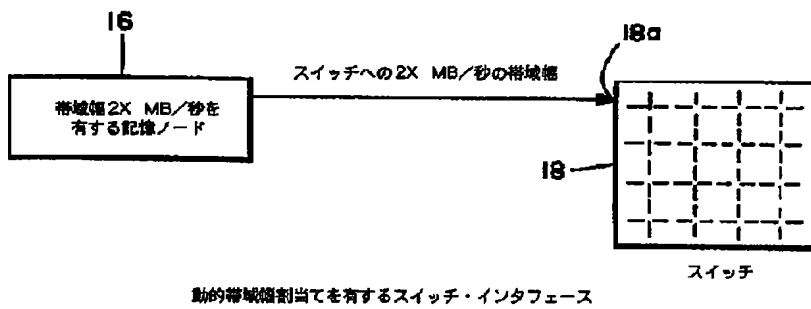
【図21】



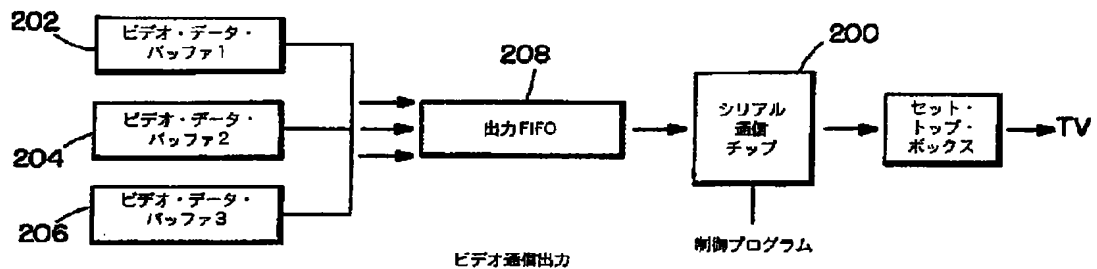
【図22】



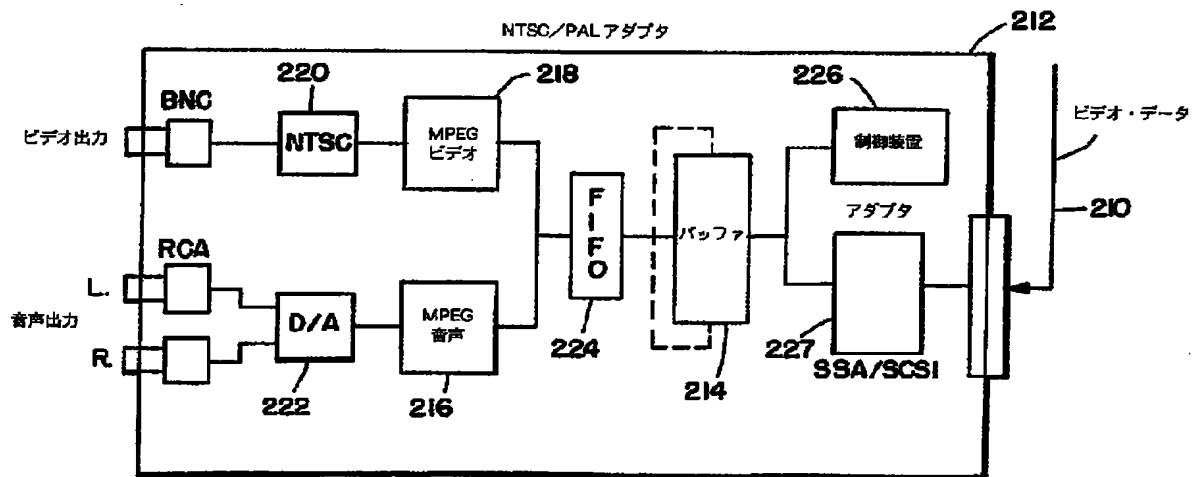
【図23】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 4 N 5/92

識別記号 庁内整理番号 F I

技術表示箇所

(72)発明者 ポン・シェン・ワン  
アメリカ合衆国95120、カリフォルニア州  
サン・ホセ、ハンプスウッド・ウェイ  
955